

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta Strojní
Katedra mechanické technologie

Řešení výrobní linky

Solution of Product Line

Student: Michal Hloch

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Hloch**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Řešení výrobní linky**
Solution of the Product Line

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska výrobního, organizačního, systému řízení, kapacit apod.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků s ohledem na typ výroby.
4. Vlastní návrhy na zlepšení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, poslední aktualizace 30. 6. 2009. Dostupný z [www: <URL: http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psat%20cerven%202009.pdf>](http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psat%20cerven%202009.pdf).
BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1
ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení. Cvičení II*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. 86 s. ISBN 80-248-0962-1

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013





prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 14.5.2013

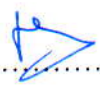
Michal 

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB -TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 14.5.2013

Michal 
.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Michal Hloch

Adresa trvalého pobytu autora práce: Olomouc, Skopalíkova 59, 77900

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HLOCH, M. *Řešení výrobní linky: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 49 s. Vedoucí práce: Ivana Šajdlerová.

Cílem bakalářské práce je navrhnout funkční koncept nové svařovací linky pro výrobu vnitřních/vnějších postranic pro model TYP 2 v závodě v Rusku. Podle zadání má být nová svařovací linka manuální, obsluhována dělníky s přípravky řízenými elektro-pneumaticky. V současnosti je na ploše budoucí svařovací linky pro výrobu vnitřních postranic, svařovací linka pro TYP 1, která se bude rušit. Na této ploše se po vyklizení postaví nová svařovací linka pro výrobu vnitřních postranic TYP 2. Linka pro výrobu vnějších postranic TYP 2 se postaví v nově přistavěné hale.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HLOCH, M. *Solution of Product Line: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2013, 49 s. Thesis head: Ivana Šajdlerová.

The aim of this bachelor thesis is to design functional concept of the new welding line for production of internal / external sideboards for type TYP 2 in factory in Russia. According to the assignment should be new manual welding line, operated by workers with products controlled electro-pneumatically. Currently instead of future welding line for production of internal sideboards there is welding line type TYP 1, which will be removed. On this place after eviction will stand new welding line for production of internal sideboards TYP 2. The line for the production of external sideboards TYP 2 will stand in the newly built hall.

Obsah bakalářské práce

Seznam použitých symbolů a zkratk	8
Úvod	9
1 Teoretický úvod do problematiky	10
1.1 Výrobní linka	10
1.2 Takt linky a výrobní rytmus	11
1.3 Vlastnosti výrobního systému	12
1.3.1 Kapacita	12
1.3.2 Elasticita	13
1.4 Obecný postup při návrhu linky	14
1.4.1 Diagnostika	14
1.4.2 Sběr informací	14
1.4.3 Rozbor	15
1.4.4 Návrh	15
1.4.4 Realizace	16
1.5 MTM (Method Time Measurement) analýza	17
1.6 Programy používané při návrhu linky	18
1.6.1 Microstation	18
1.6.2 Tecnomatix	19
1.6.3 Process Designer	20
1.6.4 Process Simulate	20
2 Analýza současného stavu	21
2.1 Představení společnosti TMS CZECH	21
2.2 Závod v Rusku	22
2.3 Současný stav z hlediska výrobního	22
2.4 Popis ruční svařovací stanice	24
3 Požadavky na výrobní proces	25
3.1 Koncept od zadavatele zakázky	27

3.1.1 Postranice vnitřní (PVI)	28
3.1.2 Postranice vnější (PVE)	30
4 Návrh nové výrobní linky	33
4.1 Rozbor stanice 200	33
4.2 Vlastní návrh linek	36
4.2.1 Postranice vnitřní	37
4.2.2 Postranice vnější	39
4.2.3 Postranice vnější – Koncept 1	39
4.2.3 Postranice vnější – Koncept 2	40
4.2.4 Centrum navařování matic	43
5 Zhodnocení návrhů konceptů a přínosu práce	45
5.1 Postranice vnitřní	45
5.2 Postranice vnější	45
6 Seznam použité literatury	46
7 Seznam obrázků	47
8 Seznam tabulek	48
9 Seznam příloh	49

Seznam použitých symbolů a zkratek

PVI	Postranice vnitřní
PVE	Postranice vnější
UG	Podskupiny (Untergruppen)
AB1,2	Svařená karoserie 1,2
ZOS	Zahájení ověřovací série
ZAR	Zahájení automatického režimu (nemusí být splněna kapacita výroby)
SOP	Zahájení sériové produkce (Start of Production)
Z_p	Pojistná dávka
t_p	Předpokládaná doba poruchy
t_o	Takt linky
t	Výrobní takt výrobního úseku
F_t	Časový fond linky
Q	Počet součástí, které mají být za dané období vyrobeny
R	Rytmus výroby
I_{max}	Maximální intenzita výroby
Q_{max}	Maximální užitečný kapacitní průřez
T_{max}	Maximální možný čas nasazení během období dané kapacitní jednotky

Úvod

V současné době dochází v automobilovém průmyslu k velkým změnám. Je to způsobeno do značné míry světovou finanční krizí v roce 2008, která velice zasáhla zejména automobilový průmysl. Od tohoto roku klesá každoročně celoroční počet registrací nových osobních aut v Evropské unii. [6] Z tohoto důvodu začalo mnoho automobilek expandovat na rozvíjejícím se trhu na Východě, zejména v Rusku. Podle podnikatelského svazu AEB stoupl prodej automobilů v Rusku v roce 2012 o 10,6 procenta na rekordních 2,935 milionu vozů. Předpokládá se, že se Rusko stane největším automobilovým trhem v Evropě během tohoto desetiletí. [12] Dalším důvodem pro zahájení výroby v této oblasti jsou nižší výrobní náklady způsobené levnější pracovní silou.

Automobilky se snaží obměňovat své modely na trhu v kratší době popřípadě lidem nabízet modely nové, které jsou zaměřeny na nižší cenu. Na základě této filozofie vznikl model TYP 2. Práce se bude zabývat částí karoserie vnitřních/vnějších postranic. Součástí zakázky je zpracování funkčního konceptu a detailního naplánování operací na jednotlivých pracovištích. Pro plánování operací na jednotlivých pracovištích se stále více používá softwarových nástrojů, které usnadňují práci spojenou s plánováním linek. Jednou z firem, která vyvíjí tyto programy je firma Siemens. Tecnomatix (Digitální továrna) je kompletní soubor řešení digitální výroby. [7] Součástí této skupiny programů jsou programy Process Designer a Process Simulate, které budou při plánování nové linky využívat.

Cílem bakalářské práce je návrh funkčního konceptu linky s využitím moderních programů.

1. Teoretický úvod do problematiky

1.1 Výrobní linka

Výrobní linkou nazýváme vyšší stupně předmětného uspořádání. To vznikne, když spojíme předmětně uspořádaný soubor technologických pracovišť dopravním zařízením. [1]

Tabulka 1 - Rozdělení výrobních linek

jednopředmětné	vyrábějí jen jednu součást nebo výrobek
víceředmětné	vyrábějí několik typů součástí
s volnou vazbou	výrobek se po dokončení operace přesune na další pracoviště k další operaci
s pevnou vazbou	všechny výrobky se ve stanoveném rytmu posunou o jeden krok
přerušovaný pohyb	jednotlivé výrobky jsou v určitém rytmu přesouvány dál dopravním zařízením
plynulý pohyb	dopravník se pohybuje trvale takovou rychlostí, aby se za dobu jednoho taktu výrobek přesunul o jedno místo
plynulý pohyb s volným výběrem	uplatňuje se u paralelních pracovišť, kde výrobky obíhají plynule na uzavřené dráze

Linka se z hlediska výrobní kapacity chová jako jeden stroj. Z toho vyplývá, že při poruše některého stroje v lince se zastaví celá linka a to vede ke ztrátám. Aby se vznikající ztráty minimalizovaly, umísťují se mezi jednotlivé stroje (operace), ale častěji mezi skupiny strojů vyrovnávací zásobníky (dopravníky, paletové věže, atd.). [1]

Vyrovnávací zásobník je zařízení, ve kterém je uložen určitý počet výrobků a má možnost pohybu nezávisle na taktu linky. Zásobníky můžeme dělit na gravitační, vibrační, řetězové atd. V případě, že se v lince porouchá stroj před zásobníkem, odebírá následující stroj ze zásobníku. V případě poruchy za zásobníkem předává předcházející stroj výrobky do zásobníku, až naplní jeho plnou kapacitu. Po odstranění poruchy se doplní normální stav v zásobníku buď zvýšením stroje (pokud je jeho využití menší než 100 procentní) nebo po skončení směny. Výrobky, které jsou v zásobníku, se nazývají pojistná dávka a jejich množství se dá vyjádřit vztahem: [1]

$$Z_p = \frac{t_p}{t_o} \quad (1) \quad [1]$$

Kde t_p - je předpokládaná doba poruchy
 t_o - je takt linky

1.2 Takt linky a výrobní rytmus

Normativ taktu a rytmu výroby patří mezi základní normativy operativního řízení výroby a to zejména v ustálených procesech s vysokým stupněm opakovatelnosti výroby. Na výrobních linkách taktizovaných a rytmizovaných se realizuje především velkosériová a hromadná výroba. [2]

Výrobní takt

Je to vlastně časový interval mezi dokončením dvou po sobě následujících operací nebo součástí, které jsou vyráběny na výrobních linkách pracujících v taktu a rytmu. [2]

$$t = \frac{F_t}{Q} \quad (2) \quad [2]$$

- t - výrobní takt výrobního úseku (např. linky) v jednotkách času (minutách, směnách, měsících),
 F_t - časový fond linky (produkční čas se započítanou celkovou využitelností linky),
 Q - počet součástí, které mají být za dané období vyrobeny.

Rytmus výroby

Udává, počet výrobků jaký se vyrábí na lince za jednotku času. Převrácená hodnota k taktu výroby.

$$R = \frac{1}{t} \quad [\text{ks/jedn.}] \quad (3) \quad [2]$$

Nejdůležitějším úkolem je při návrhu linky sladění časů jednotlivých operací tak, aby časové využití všech pracovišť bylo co nejvíce stejné. Vyššího stupně synchronizace můžeme dosáhnout, následujícími způsoby: [1]

- rozdělením operací,
- sloučením operací,

- paralelními pracovišti,
- rozdělením linky,
- vyčleněním příliš výkonných strojů. [1]

1.3 Vlastnosti výrobního systému

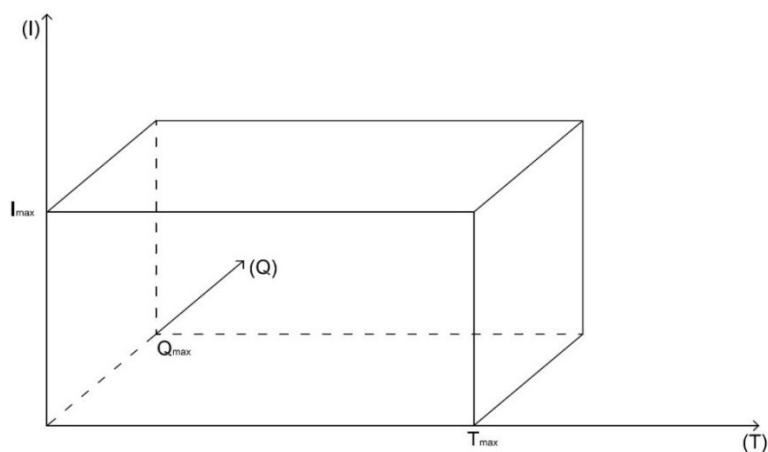
Výrobní systém vykazuje celou řadu vlastností a nejvíce jej charakterizují zejména dvě: kapacita a elasticita. [3]

1.3.1 Kapacita

Kapacitou rozumíme schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému – libovolného druhu, velikosti a struktury – v daném časovém úseku. Schopnost výkonu je možno popsat dvěma způsoby a to kvalitativními nebo kvantitativními komponenty. Kvalitativní schopnost výkonu určují druh a jakost kapacitní jednotky. Bude-li kvantitativní schopnost výkonu měřena na výstupu, tak bude její kapacita určena ve vztahu k časovému prostoru. Kapacita je dána maximálním rozsahem výkonu, který může kapacitní jednotka za období podat. Tento maximální rozsah výkonu lze vysvětlit pomocí faktorů:

- Maximální intenzita výroby (I_{\max}) – to je nejvyšší možná rychlost výroby, kterou vyjádříme maximálním množstvím odváděné výroby. V případě, že kapacitní jednotka zahrnuje více homogenních výrobních jednotek, pak se maximální odvádění za časovou jednotku vztahuje na jednu výrobní jednotku.
- Maximální užitečný kapacitní průřez (Q_{\max}) – ten odpovídá počtu pracovních systémů u kapacitní jednotky sestávající z více homogenních výrobních jednotek a maximálně užitečnou schopnost objemu maximálně užitečný kapacitní průřez u kapacitní jednotky s různou schopností objemu.
- Maximální možný čas nasazení během období dané kapacitní jednotky (T_{\max}) [3]

Když tyto veličiny vynásobíme, získáme maximální množství výrobků za období, jak je znázorněno na obrázku (obr. 1).



Obrázek 1 - Kapacita na období [3]

Využitelný výkon výrobního systému závisí na efektivním časovém fondu. Je třeba vycházet ze skutečnosti, že pracovní doba není plně použitelná. Příčiny ztrát můžou být různé: [3]

- čas podmíněný výrobními prostředky jako jsou opravy, kontrola, výpadky z různých příčin,
- čas podmíněný pracovníkem,
- ostatní ztrátový čas ovlivňující potenciální faktor, jako např. celopodnikové akce apod. [3]

Dalším významným činitelem je koncepce údržby a zvolená politika údržby:

- jestli budou všechny údržbářské práce provedeny až po poruše za předpokladu, že je prováděna pravidelná péče o stroje a zařízení a také běžný dozor,
- nebo se předchází poruchám nezávisle na opotřebení a to pravidelnými opravami v určených termínech,
- se opravy provádějí průběžně podle závislosti na jeho opotřebení. [3]

1.3.2 Elasticita

Elasticitou rozumíme přizpůsobivost, představitelnost výrobního systému při změně pracovních úkolů. Také elasticita má kvalitativní a kvantitativní aspekt. V případě kvalitativní elasticity hovoříme o možnosti obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. Kvantitativní elasticita je schopnost výrobního systému reagovat na množstevní změny v objemu výroby jako např. změna rychlosti prováděných operací nebo změnu úkolu. [3]

1.4 Obecný postup při návrhu linky

Velmi důležitým předpokladem sestavení dobrého návrhu je správný metodický postup. Příprava návrhu je práce cyklická, která obvykle probíhá v následujících etapách:

- diagnostice (orientační průzkum)
- sběr informací (shromažďování dostupných podkladů)
- rozbor stávajícího (současného) stavu
- vlastní návrh [4]

1.4.1 Diagnostika

V této etapě jde o prvotní seznámení s objektem řešení. Diagnostika je nezbytná k usměrňování pozornosti na hlavní články problematiky a zároveň představuje tu část etapy, která zabezpečuje racionální přístup k řešeným problémům. Tento orientační průzkum provádějí obvykle nejzkušenější pracovníci, kteří znají vzájemné závislosti jevů a jejich příčiny. [4]

1.4.2 Sběr informací

Jde o důležitou práci, která nemůže být vynechána, neboť bez ní není možné provádět další práci, tj. rozbor. V zájmu zkrácení doby potřebné na sestavení návrhu je nutné sběr informací organizovat. Samovolný průběh by měl za následek značné nevyužívání tvůrčích pracovníků, kteří ztratí mnoho hodin neplodným sháněním potřebných podkladů. Z diagnostiky vyplyne, jaké informace jsou potřeba, tak i jejich termíny potřeby. Je tedy nutné sběr informací zorganizovat tak, aby vytypované podklady byly ve stanovené době k dispozici pro rozbor. [4]

Existují dvě skupiny informací a to informace z evidence a informace z pozorování. Nejčerstvější jsou informace z pozorování, jsou konkrétně zaměřené na daný objekt řešení a objektivně zobrazují realitu. [4]

1.4.3 Rozbor

Po uskutečnění výše uvedených prací je možno přistoupit k rozboru. Komplexní projekt řeší všechny faktory výrobního organizmu a proto tedy i rozborová příprava se dotýká široké oblasti. [4]

Ze základních rozborů, které předchází vlastnímu návrhu, si vyjmenujme alespoň tyto rozborů:

- standardizace,
- vybavenosti výroby stroji a zařízeními a jejich využití,
- technického stavu základních prostředků,
- vybavenosti výroby speciálním nářadím,
- úrovně mechanizace a automatizace výrobního procesu,
- toku materiálu a manipulačních prostředků,
- časové výroby a manipulace,
- stávajícího dispozičního řešení, stavu výrobních hal,
- ergonomických vlivů,
- věkové, kvalifikační struktury pracovních sil,
- úrovně řízení a použité řídicí techniky atd. [4]

Rozbor by měli provádět vysoce kvalifikovaní pracovníci, kteří mají odpovídající morální vlastnosti. [4]

1.4.4 Návrh

V etapě návrhu je možno v maximální míře uplatnit vlastní tvůrčí talent řešitelů. Téměř žádný projekt není v plné míře opakovatelný, proto musí řešitel postupovat samostatně a vhodně využívat vzorových řešení i dílčích aplikací. Řešitel nesmí zapomínat, že každá práce by měla začít důkladným studiem literatury a informací. Pak je možno za pomoci nejnovějších poznatků vědy a techniky rozpracovat jednotlivé směry řešení a vybrat tu nejlepší variantu. Při řešení návrhů větších celků, nesmí zapomínat na respektování a řešení styčných vazeb s vyšším celkem (vstupní a výstupní vztahy systému). [4]

Součástí této etapy je i připravení návrhu náběhu výroby, který může podstatně ovlivnit efektivnost akce. Další důležitou součástí každého projektu je ekonomické zhodnocení návrhů, v němž porovnáváme náklady a přínosy. A v neposlední řadě vypracování časového plánu realizace, který se obvykle zpracovává ve formě grafu. [4]

1.4.4 Realizace

Realizace je dovršením celého připravovaného procesu a zároveň zkušebním kamenem celé projektové práce. Nedostatky v projektové přípravě se projeví v průběhu realizace a vady v koncepci a ekonomické hodnocení se neúprosňe ozvou již v počátečním období provozu. Vlastní práce v etapě realizace spočívá v instalaci a zavedení navrhovaného projektu. [4]

Realizaci můžeme zabezpečit:

- dodavatelsky,
- vlastními silami,
- kombinovaně.

Průběžná doba realizace projektu i jeho zpracování má být co nejkratší, aby nepříznivé vlivy minimálně ovlivnily původní záměr a ekonomii akce. Po zkušebním provozu by mělo následovat oficiální předání uživateli. Jako dobrá forma předání je tzv. předávací protokol. Podepsáním tohoto protokolu stvrzuje jeho uživatel, že zařízení odpovídá požadavkům a že přebírá systém do své ochrany.

Tímto aktem by však neměl být úkol ukončen. Je nutno i nadále po určitou dobu provoz sledovat a z tohoto sledování pak zpracovat závěrečné vyhodnocení projektu. [4]

Před vlastním návrhem je tedy nutné poznat základní prvky projektového objektu a jejich vzájemné vztahy. Musíme znát úkol – výkon, který se od navrhovaného objektu očekává. Projektant by měl v krátké úvodní diagnostice poznat, jaké jsou základní nedostatky současného stavu. Je dobré při projektování nové výroby prozkoumat srovnatelné podobné výroby u nás i v zahraničí a na základě tohoto stavu stanovit hlavní rezervní oblasti a směry řešení. [4]

1.5 MTM (Method Time Measurement) analýza

MTM analýza se používá při výpočtu časů potřebných pro operace prováděné dělníky na pracovištích. Jedná se o metodu nepřímého měření spotřeby času na základě předem stanovených časů základních pohybů. Je založena na kombinaci časových a pohybových studií, tedy přiřazují základním pohybům předem určené časy. Hlavní princip této metody spočívá v poznání, že navzdory velké rozmanitosti lidské práce s jistotou víme, že se skládá ze souboru úkolů a pohybů, které se pravidelně opakují. Při výzkumu těchto pohybů bylo zjištěno, že v přiměřených tolerancích je čas, který potřebují zpracování dělníci na uskutečnění základních pohybů (sáhnout, uchopit, přemístit, atd.), stejný. [10]

Metoda MTM vznikla v roce 1948 jako výsledek studie s ruční vrtačkou pro společnost Westinghouse Electric Corporation v USA. Rychle se rozšířila prakticky do celého světa. Hlavní jednotkou je 1 TMU (Time Measurement Unit), se vztahem 1 sekunda = 27,8 TMU.

Její definice zní:

"MTM je metoda, která analyzuje manuální činnosti na základní pohyby, které je nutno provést a přiřazuje každému pohybu předdefinovanou časovou normu, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách, ve kterých je pohyb prováděn". [10]

MTM analýza rozděluje pohyby do tří základních skupin a to pohyby horních končetin, pohyby očí, pohyby dolních končetin a těla. Časové normativy MTM jsou souhrnně zpracovány a soustředěny do přehledné tabulky, přičemž jednotlivé druhy a případy pohybů jsou označeny sjednanými symboly, které jsou mezinárodně platné a jednotné. Hodnoty v tabulce jsou závislé na různých faktorech (vzdálenost, hmotnost, úhel, případy pohybů a typy pohybů), které ovlivňují čas potřebný k jejich provedení. [10]

Tato základní metoda se označuje jako MTM1 a umožňuje podrobně analyzovat práci na základní pohyby. Je však třeba mít na paměti, že získat takové podrobné a přesné hodnoty je poměrně pracná úloha. Proto musíme v praxi vždy usilovat o optimální vyvážení nákladů na analýzu a přínosů z ní vyplývajících. Aby bylo možné příslušné požadavky uspokojit, byly vyvinuty tzv. vyšší stupně analýz. Mezi nejznámější jsou metody MTM2 a MTM3, které jsou přímo odvozeny z MTM1 a další známé USD, UAS, MEK, WOFAC. [10]

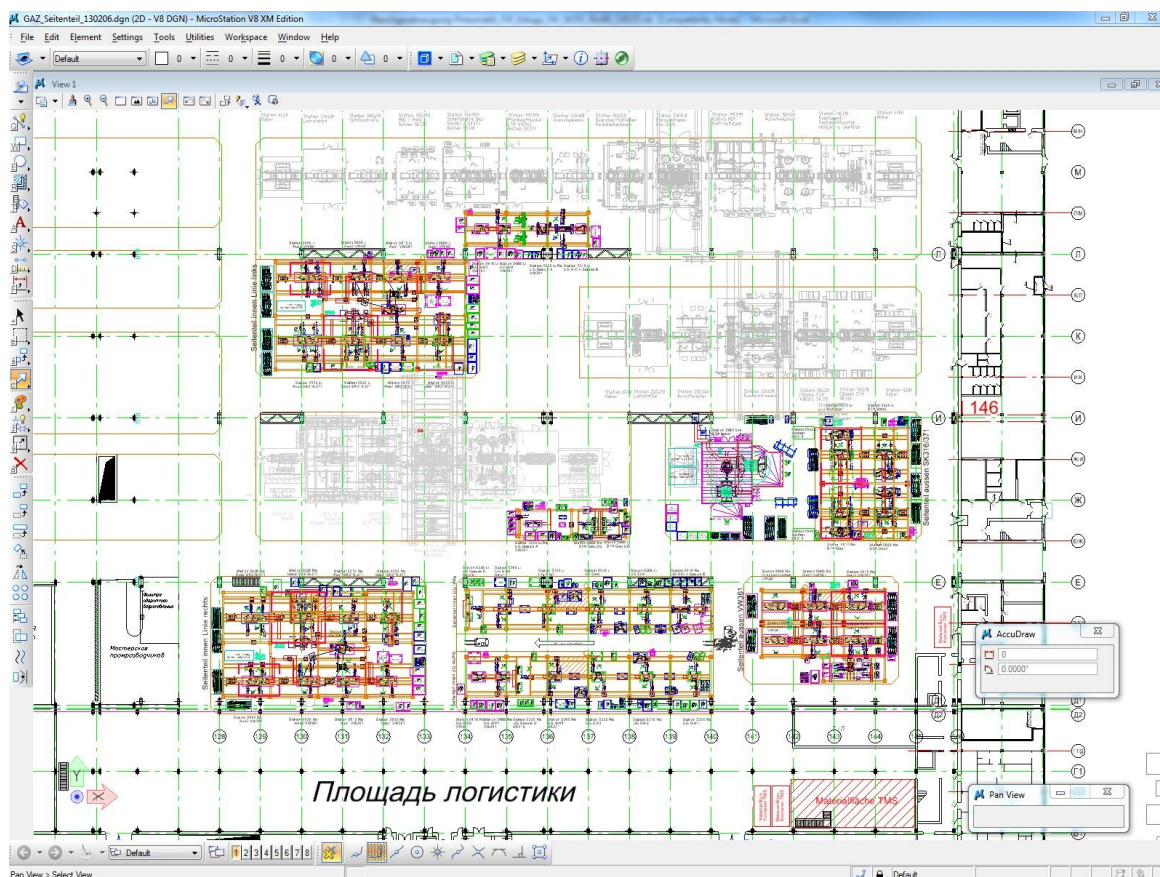
1.6 Programy používané při návrhu linky

Jedním ze základních úkolů firmy je zajištění předpokladů dlouhodobého úspěchu tak, aby byla zajištěna konkurenční schopnost firmy. Podnik musí posilovat své silné stránky a to především nasazením nové techniky a technologií. [3]

Tradiční nástroje nepostačují pro spolehlivé řešení projektů výrobního systému. Proto si dnes vydobyla významné postavení simulace výrobních systémů. Její princip spočívá v tom, že se na počítači vytvoří model výrobního systému, se kterým se pak experimentuje. [5]

1.6.1 Microstation

Je CAD platforma pro projektování, modelování a provozování světové infrastruktury. Je určený pro návrh v 2D i v 3D a je vyvíjen firmou Bentley Systems od osmdesátých let 20. století. Současné verze jsou určeny pro operační systémy Microsoft Windows. Jeho základním formátem je formát DGN, ale je schopen využívat i jiné běžné formáty a to například DWG a DXF. [11]



Obrázek 2 – Layout v programu Microstation V8 XM [13]

1.6.2 Tecnomatix

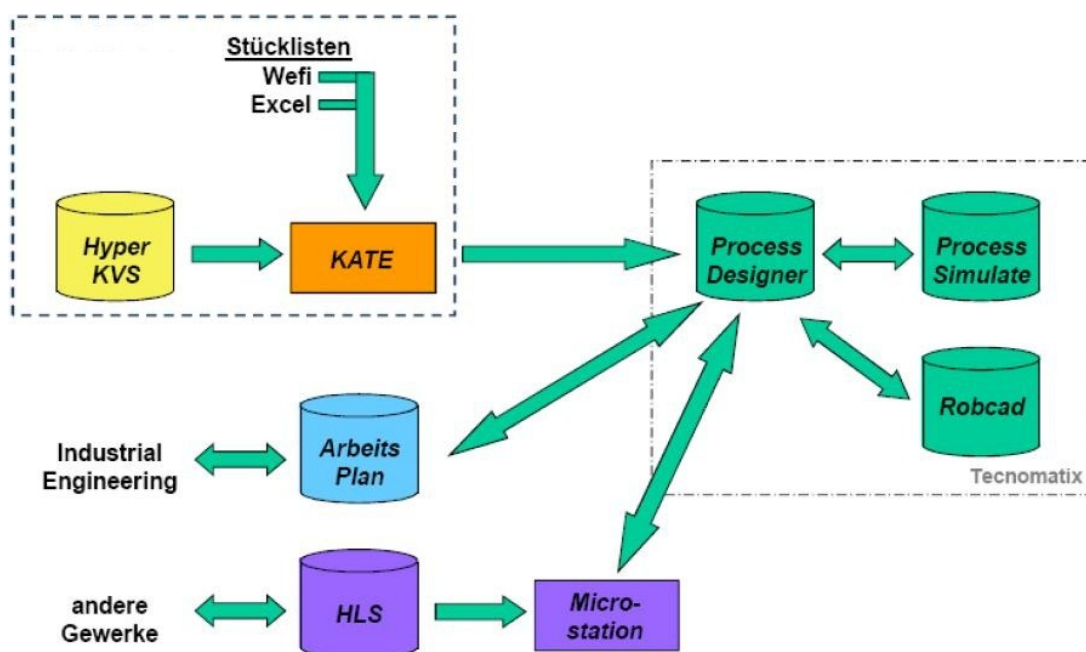
Tecnomatix (Digitální továrna) je kompletní balík řešení digitální výroby, které přináší inovace tím, že propojuje všechny výrobní disciplíny s výrobním inženýrstvím, a to od návrhu a plánování, přes simulaci a ověřování, až po samotnou výrobu. Tecnomatix je postaven na základech otevřené správy životního cyklu výrobku (PLM) nazvané Teamcenter manufacturing platform a poskytuje všestrannou sadu výrobních řešení. [7]

V digitální továrně jsou znázorněny všechny výrobní a logistické procesy, které se vyskytují v reálné továrně. Je v každém časovém bodu průběhu produktu obrazem reálné fabriky. [9]

Mezi úkoly digitální továrny patří:

- Plánování
- Realizace
- Řízení
- Stálé zlepšování procesů závodu a výrobních zařízení
- Vyhodnocení nákladů
- Prevence chyb plánování

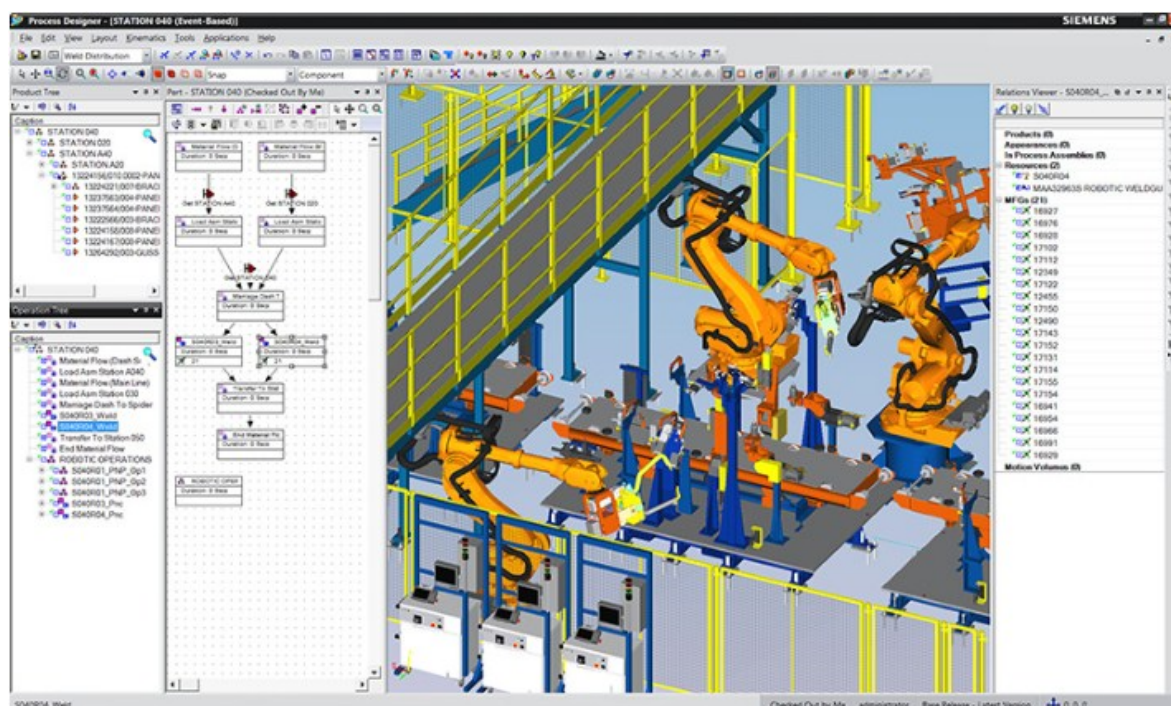
Digitální továrna umožňuje všem účastníkům plánování aktuální digitální obraz plánované nebo existující výroby. [9]



Obrázek 3 – Programový systém pro programování výrobních systémů [9]

1.6.3 Process Designer

Process Designer je nástroj pro plánování výrobních procesů v 2D a 3D grafickém prostředí. Umožňuje vyhodnotit výrobní alternativy, koordinovat prostředky, plánovat více variant, zavádět změny a odhadovat náklady a délky cyklů. Můžeme modelovat výrobní procesy s použitím kompletní sady vzájemně spolupracujících programů. [9]



Obrázek 4 – Prostředí v Tecnomatix Process Designer [13]

1.6.4 Process Simulate

Process Simulate je nástroj, který je určený pro různé inženýrské studie a simulace. Dynamické prostředí Process Simulatu obsahuje nástroje pro ověřování konceptu, výroby, montáže a servisu. [8]

Příklady použití:

- ověření proveditelnosti montáže,
- vytvoření cest pro montáž a demontáž dílů,
- dynamická kontrola kolizí a prostoru pro nástroje, roboty a pracovníky,
- robotické a ergonomické analýzy,
- simulace celého procesu montáže. [8]

2. Analýza současného stavu

2.1 Představení společnosti TMS CZECH

Firma TMS CZECH byla založena v roce 2002 v Olomouci jako konstrukční podpora společnosti TMS GmbH a je její 100% dceřinou společností.



Obrázek 5 - Sídlo TMS CZECH [13]

TMS GmbH je od roku 2006 součástí koncernu Valiant. V tabulce (tab. 2) jsou základní data obou společností.

Tabulka 2 - Mateřské společnosti TMS CZECH

Mateřské společnosti	VALIANT Machine & Tool Inc.	TMS GmbH
Sídlo firmy	Windsor, Kanada	Linz, Rakousko
Rok založení	1959	1984
Počet zaměstnanců	1200	320
Počet poboček	23 v 11 zemích	11 v 6 zemích
Roční obrat	300 mil. Dolarů	160 mil. Euro

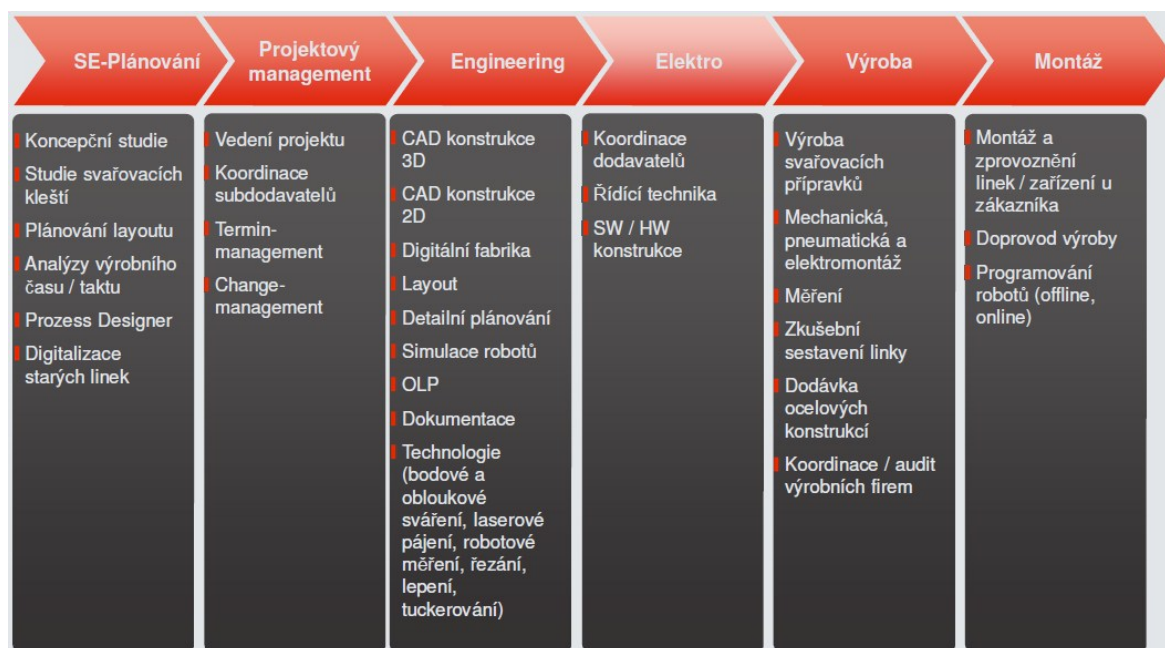
Hlavní obory činnosti TMS CZECH jsou automatické svařovací systémy a manipulační technika. Významným mezníkem pro firmu TMS CZECH byl rok 2010. Bylo rozšířeno spektrum výkonu na kompletní dodávky zařízení včetně montáže a zprovoznění u zákazníka. Jednalo se zejména o projekty pro firmu Škoda Auto. Aby bylo možno uspokojit potřeby zákazníka, rozrostla se firma v roce 2012 také o výrobu. Byla pronajata hala, kde se provádí montáž, kompletace částí nové linky, přezkoušení funkčnosti a následně jejich vývoz.

Firma disponuje mnoha moderními programy:

- konstrukce – Catia V5, Fides, NX, Autodesk Inventor, AutoCAD,

- plánování – Microstation, Process Designer, Delmia,
- simulace – RobCad, Process Simulate, Delmia Robotics.

V současnosti má firma 80 zaměstnanců s ročním obratem 8 mil. Euro.



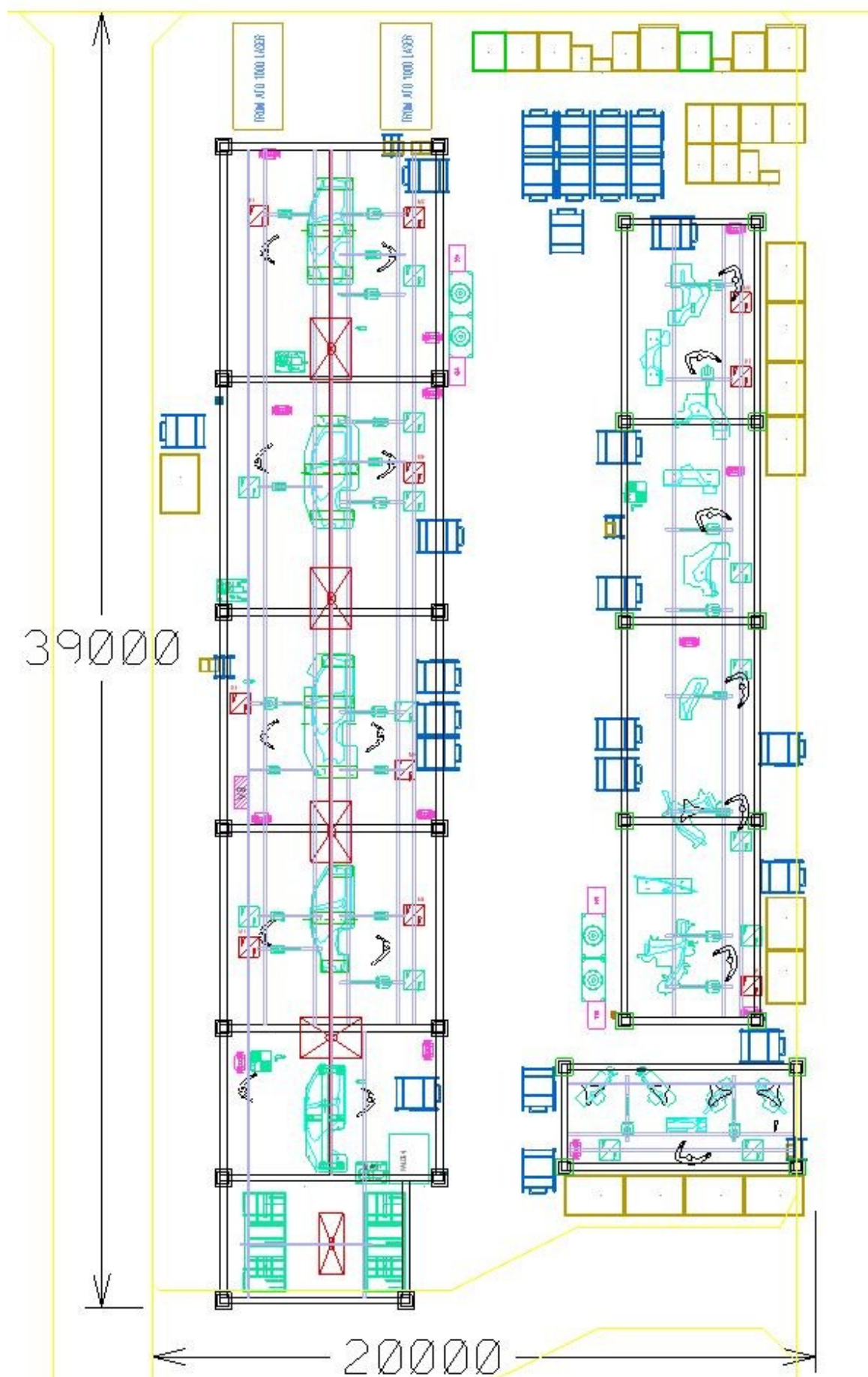
Obrázek 6 - Struktura výkonu TMS CZECH [13]

2.2 Závod v Rusku

Závod v Rusku existuje jako montážní závod od roku 2007. Od roku 2009 je závod výrobní s celkovou kapacitou 150 tisíc vozidel ročně. Počet zaměstnanců je 3000 a v dodavatelském průmyslu závod přinesl kolem 10 000 nových pracovních míst. Celková výše investice byla více než 500 milionů Eur. Hala se rozkládá na ploše pozemku 400 ha, z nichž je 160 000 m² zastavěných. Závod klade vysoký důraz na otázku životního prostředí a má zavedený systém environmentálního managementu ISO 14001.

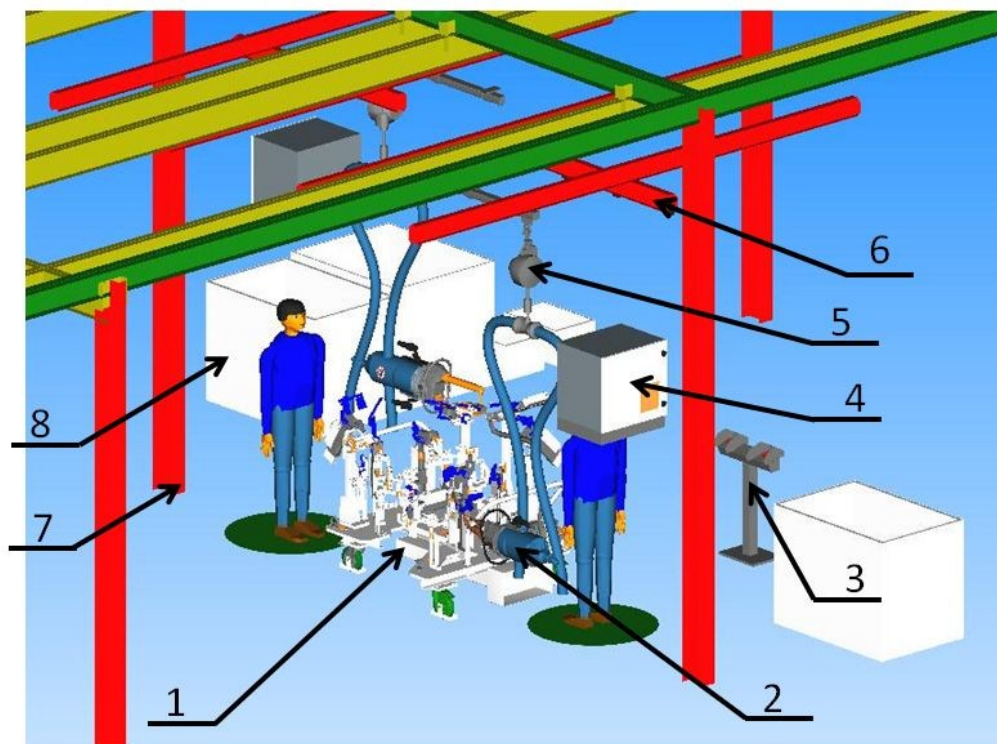
2.3 Současný stav z hlediska výrobního

Na ploše budoucí linky vnitřní postranice pro model TYP 2 se dnes vyrábí model TYP 1, jehož produkce v roce 2013 končí. Po skončení produkce se levá/pravá linka rozebere a prostor vyklidí. Vznikne tak prostor o ploše 760m² (pravá strana symetrická). Do tohoto prostoru se naplánuje rozestavení nové linky.



Obrázek 7 - Současný stav výroby modelu Typ 1 levá (pravá symetrická)

2.4 Popis ruční svařovací stanice



Obrázek 8 - Ruční svařovací stanice

Součásti každé ruční svařovací stanice jsou tyto položky:

- 1 – stanice s úpinkami a centrovacími válci,
- 2 – ruční svařovací kleště,
- 3 – ovládací pult,
- 4 – svařovací řízení,
- 5 – balancer pro svařovací kleště,
- 6 – zavěšení kleští,
- 7 – ocelová konstrukce,
- 8 – palety na díly.

Svařovací stanice se rozdělují do dvou hlavních skupin a to:

- geo stanice – je stanicí, kde se svařují body, které mají vliv na celkovou geometrii sestavy,
- dovařovací stanice – je stanice, kde se dovařují všechny zbylé body, které mezi díly jsou.

3. Požadavky na výrobní proces

Navrhnout linky vnějších a vnitřních postranic (pro pravou a levou stranu), které mají produkovat 279 ks/den nového modelu TYP 2 v závodu. Dodavatel má za úkol převzít podrobné plánování, konstrukci, výrobu, uvedení do provozu a optimalizaci v sériovém náběhu po celý výrobní cyklus, až k dosažení výkonových dat.

Bylo rozhodnuto o vysoké hloubce výroby, to znamená, že se většina dílů podskupin bude svařovat v závodě. Důvod tohoto rozhodnutí je ve velké vzdálenosti od místa, kde se model TYP 2 také vyrábí a z toho plynoucích vysokých nároků na logistiku. Jelikož závod nemá vlastní lisovnu, tak se sem budou dovážet všechny výlisky plechů.

Tabulka 3 - Výkon celého systému

Plánované množství	279 Dílů / den
Produkční čas (viz. obr. 9)	1290 min
Technická využitelnost mechanická	90%
Celková využitelnost (informativní)	85%

Zadavatel zakázky na základě zkušeností z jiných výrobních závodů, stanoví technickou využitelnost mechanickou a celkovou.

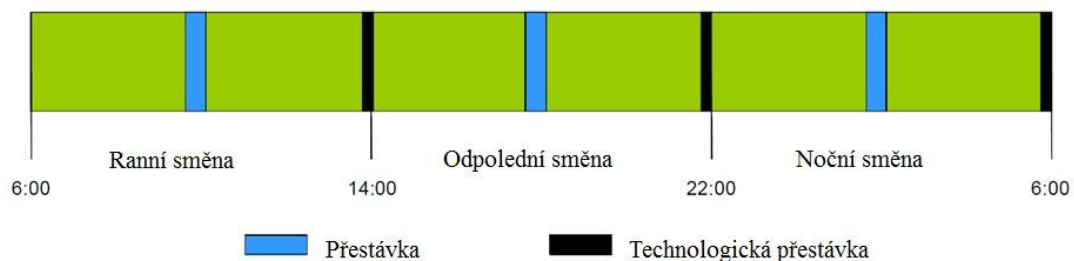
Technická využitelnost mechanická – znamená čistou mechanickou (strojní) využitelnost systému. Jsou zde zohledněny časové ztráty z důvodu poruchy, opravy a kontroly strojních součástí.

Celková využitelnost – znamená celkovou využitelnost systému se započítanými ztrátami způsobenými pracovníkem.

Výpočet taktu (2):

$$t = \frac{F_t}{Q} = \frac{\text{Produkční čas}}{\text{Počet vozů za den}} * \text{Celková využitelnost linky} * 60 = (s)$$

$$t = \frac{1290}{279} * 0,85 * 60 = 236 s$$



	na směnu	na den
Přestávka	30 Min.	90 Min.
Technologická přestávka	20 Min.	60 Min.
Čas celkem	50 Min.	150 Min.
Výrobní čas	430 Min.	1290 Min.

Obrázek 9 - Výrobní čas v závodu

Přehled termínů a požadavků na kvalitu výrobků:

ZOS: 10/2013

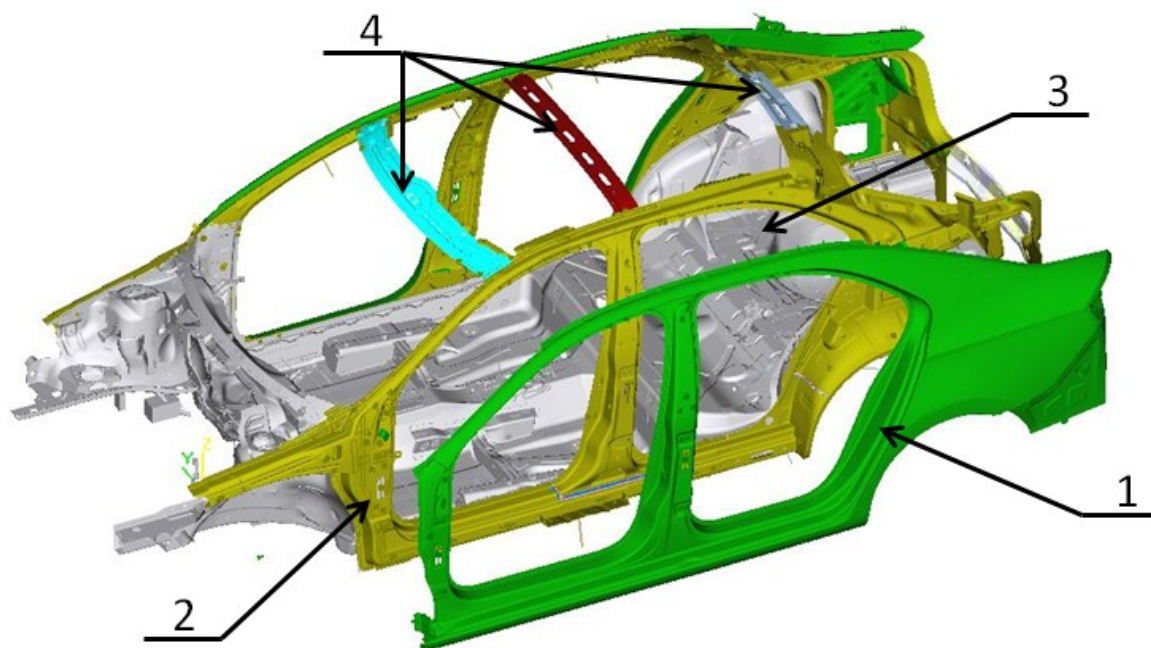
ZAR: 12/2013

SOP: 02/2014



Obrázek 10 - Termínový plán projektu

Vedení závodu rozhodlo o malém stupni automatizace linek postranic. Linky budou obsluhovány dělníky, kteří budou plechy ve stanicích zakládat, svařovat a vyjímat za stanice. Je to dáno především levnou pracovní silou v tomto regionu. Dalším pozitivem je i vytvoření většího počtu pracovních míst, to bude příznivě působit na zaměstnanost v regionu.



Obrázek 11 - Karoserie TYP 2 - 1) postranice vnější, 2) postranice vnitřní, 3) podlaha, 4) příčníky střechy

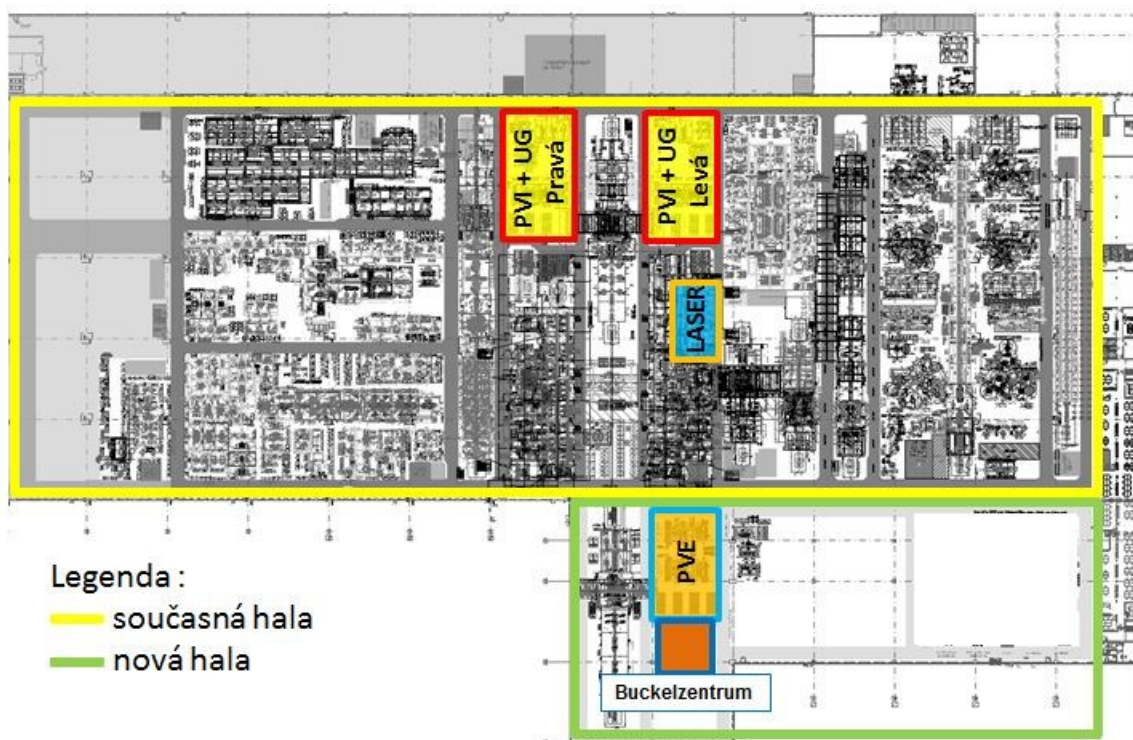
Na obrázku (obr. 11) je znázorněno rozmístění dílů postranic na karoserii auta.

3.1 Koncept od zadavatele zakázky

Dodavatel zakázky musí vycházet z podkladů od zadavatele. Tyto podklady již obsahují základní koncept linky, který se dále zpřesňuje a v průběhu projektu vyvíjí. Povinností dodavatele je tento koncept prověřit ohledně kapacity, kvality, úplnosti, funkčnosti a v případě potřeby jej doplnit, případně navrhnout vlastní koncept.

Součástí konceptu je rozmístění linek postranic v hale svařovny, jak je vidět na obrázku (obr. 12). Linka vnitřní postranice TYP 2 (PVI + UG) bude stát ve stávající hale a vnější postranice (PVE) v hale nové. Nová hala se přistaví z důvodu rozšíření výrobní kapacity závodu.

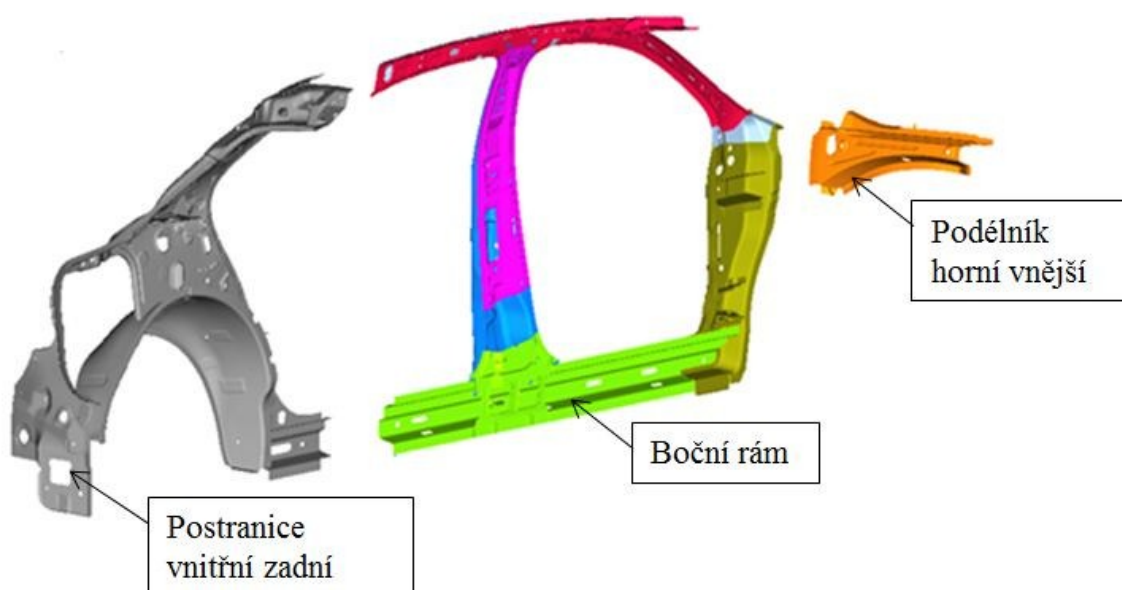
Mimo hlavní linky postranic je z obrázku patrné i rozmístění laserové kabiny a centra pro navařování matic (Buckelzentrum). Centrum pro navařování matic je součástí linky postranice vnitřní. Laserová kabina v hale již stojí, v ní se svařují díly postranice vnější. Do této kabiny se integruje nový přípravek pro model TYP 2.



Obrázek 12 - Umístění linek postranic v závodu

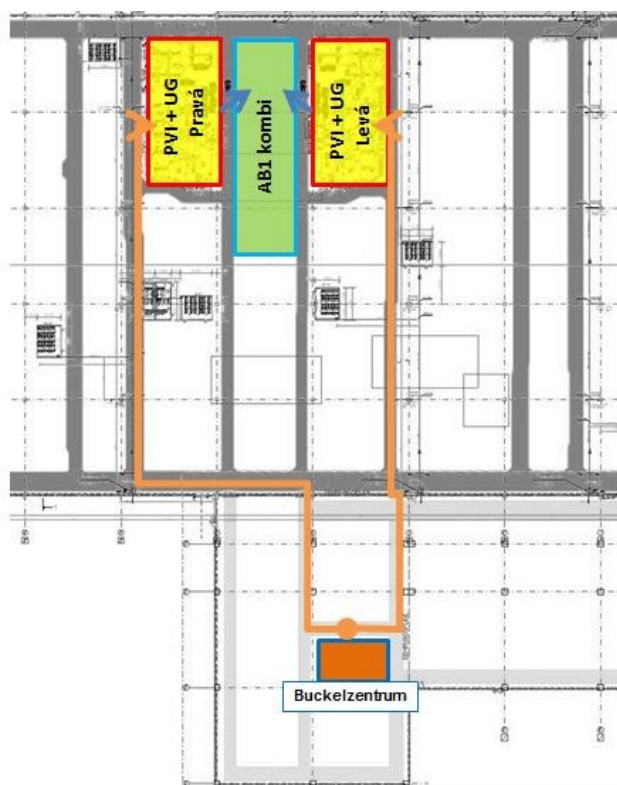
3.1.1 Postranice vnitřní (PVI)

Postranice vnitřní se skládá z těchto hlavních částí a to z podélníku horního vnějšího, bočního rámu a postranice vnitřní zadní.



Obrázek 13 - Postranice vnitřní

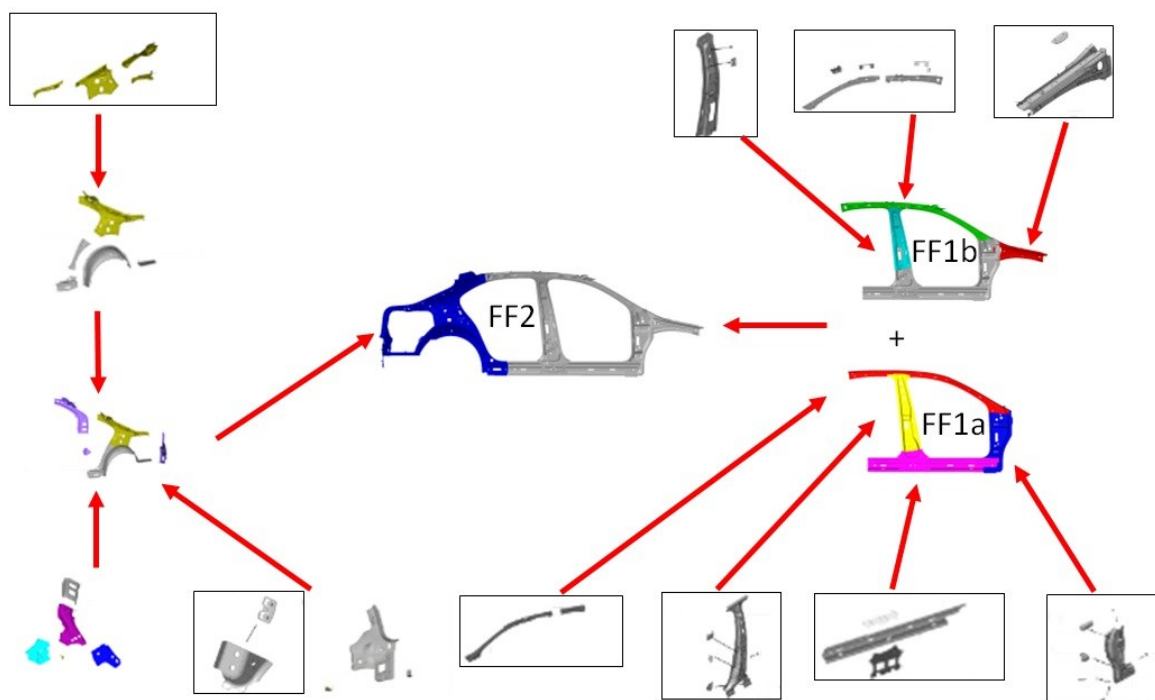
Na obrázku (obr. 14) je znázorněn logistický koncept pro linku postranic vnitřních. Na požadované díly postranic se nejprve navaří matice (Buckelzentrum) a ty se následně transportují k jednotlivým pracovištím. V hlavní lince se svaří kompletní postranice vnitřní a ta se bude převážet do hlavní linky svařené karoserie (AB1). V této lince se svaří postranice s podlahou a příčníky střechy.



Obrázek 14 - Logistický koncept postranice vnitřní

Linka postranice vnitřní je plánována jako čistě manuální, tzn. obsluha pracoviště (zakládání plechu, svařování, vyjímání hotových svařenců) bude prováděno dělníky. Přípravky budou osazeny elektro pneumatickými prvky – upínky, válce, centrování. Z hlediska logistiky zadavatel požaduje použít tzv. dvoupaletový systém zásobování. To znamená, že každý díl je u stanice uložen ve 2 paletách, aby nevznikaly prostoje při výměně palety.

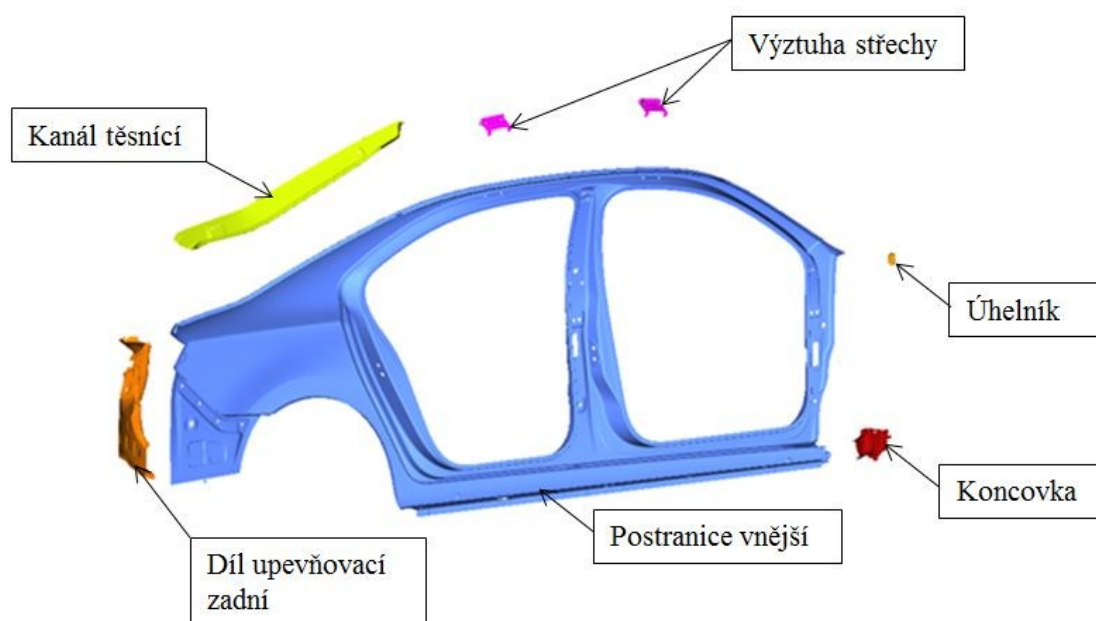
Koncept postranice vnitřní je založen na 2 hlavních geostanicích. Na tyto 2 stanice jsou navázány geostanice podskupin, jak je znázorněno na obrázku (obr. 15).



Obrázek 15 – Rozpad dílu postranice vnitřní

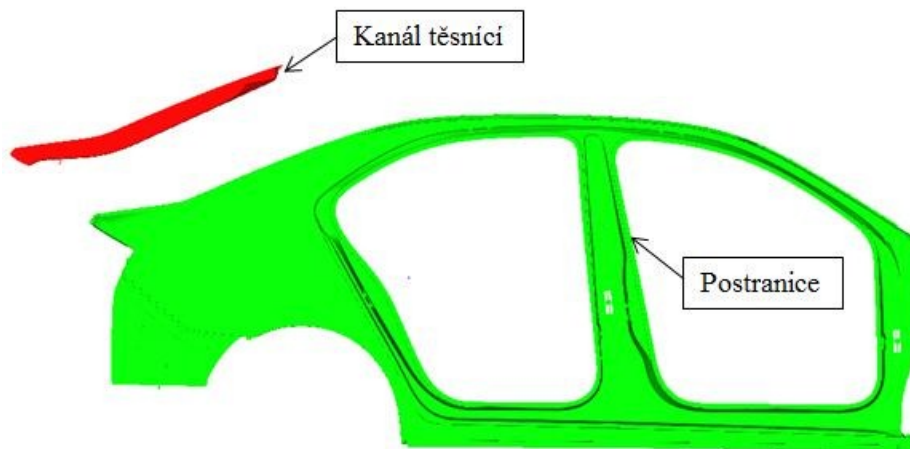
3.1.2 Postranice vnější (PVE)

Postranice vnější je pohledový plech, na který se navaří ostatní funkční plechy. Z hlediska technologií je na postranici lepení a nýtování na dílech výztuhy střechy. Rozpad postranice vnější je znázorněn na obrázku (obr. 16).



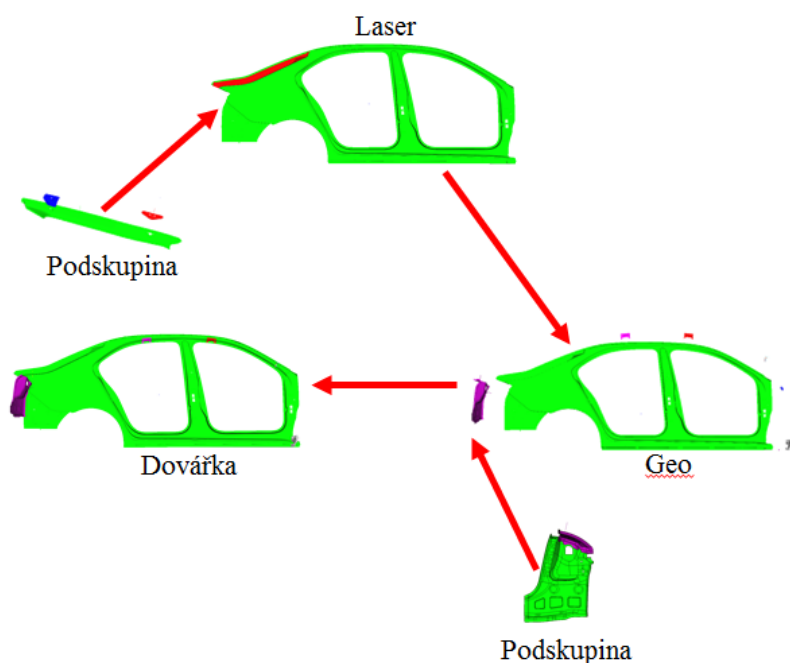
Obrázek 16 – Rozpad dílu postranice vnější

Postranice vnější se bude svařovat převážně v nové hale. Koncept počítá s využitím stávající laserové kabiny v současné hale. Do ní se místo přípravku TYP 1 integruje nový přípravek TYP 2, ve kterém se bude laserově svařovat postranice s těsnícím kanálem.



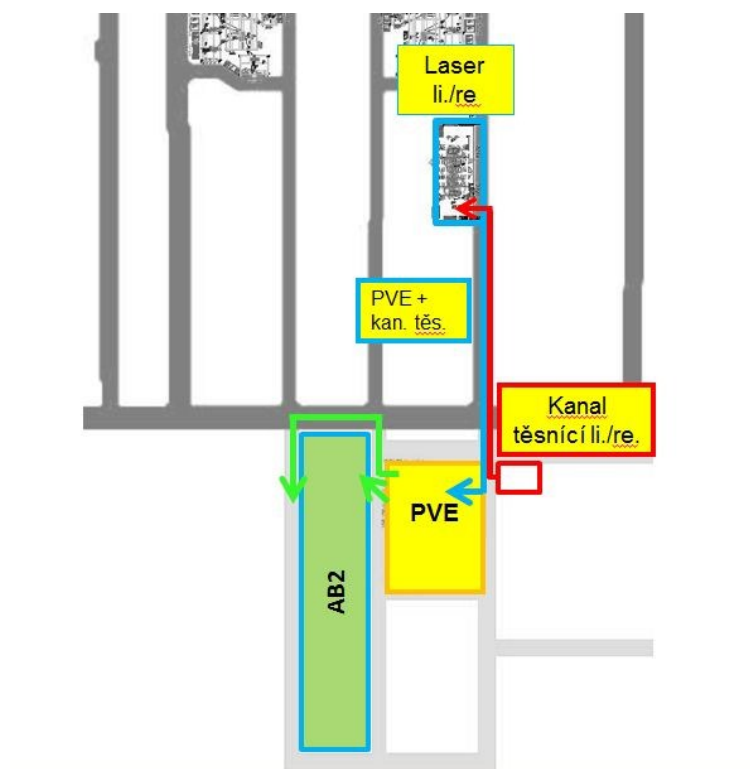
Obrázek 17 - Díly svařované laserem

Linka postranic vnějších je plánována jako manuální s elektro pneumatickými přípravky. Koncept postranice vnější počítá s jednou hlavní geostanicí, jednou dovařovací stanicí a dvěma geopřípravky podskupin. Schématický tok postranice vnější mezi přípravky je znázorněn na obrázku (obr. 18).



Obrázek 18 – Tok postranice vnější

Těsnící kanál se bude dovážet do laserové kabiny. Po navaření těsnícího kanálu se postranice transportuje ke geostanici hlavní linky postranice vnější. Tam se založí ostatní díly a postranice vnější se zkompletuje. Kompletní postranice vnější se bude dovážet do hlavní linky svařené karoserie (AB2). V této lince se svaří postranice vnější s postranicí vnitřní. Z hlediska logistiky jde o náročnější proces, který jde vidět na obrázku (obr. 19).



Obrázek 19 - Logistický koncept postranice vnější

4. Návrh nové výrobní linky

Před vlastním návrhem nové linky je nutné vědět:

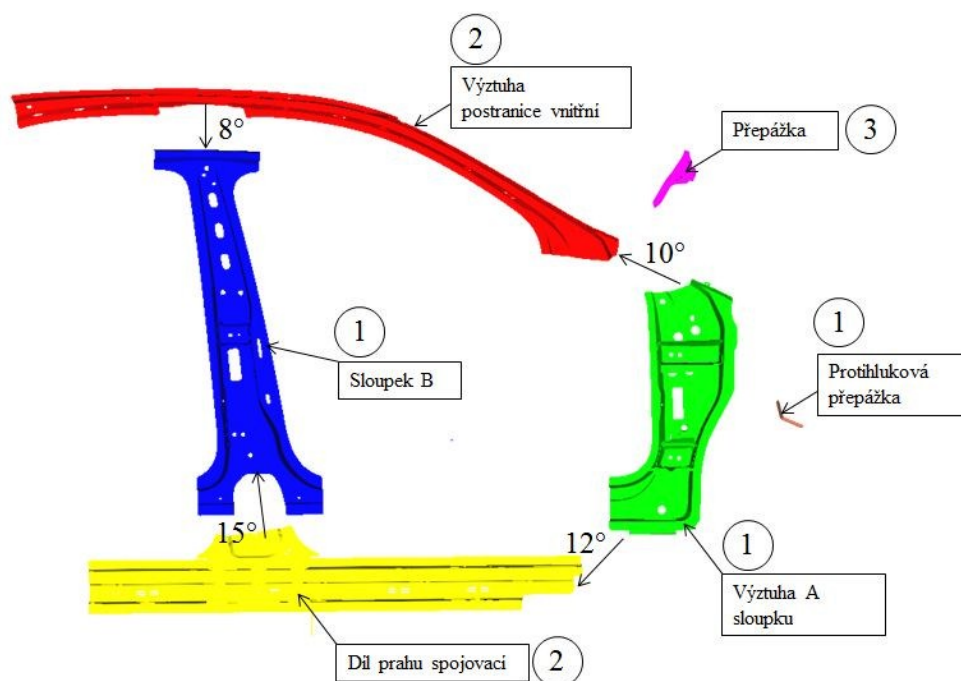
- rozpady sestav plechů,
- použité technologie,
- počty svařovacích bodů mezi plechy.

Dále při návrhu vycházíme ze zkušeností z předchozích projektů. Podle těchto zkušeností bylo rozhodnuto, že oproti konceptu bude linka postranic vnitřních založena na 3 hlavních geostanicích. Ty vzniknou rozdělením zakládání dílů FF1a a FF1b (obr. 15) na dvě stanice.

Následují časové propočty, které určí jaké množství bodů je možno na jedné operaci provést. Podle těchto analýz se ověří množství zakládaných plechů v operaci s přihlédnutím na pořadí zakládání a dostupnosti svařovacích bodů. Z časových analýz dále určíme potřebný počet operací, pro kompletní svaření postranice. Tento proces uvedu na jednom příkladu stanice, který jsem u ostatních stanic opakoval.

4.1 Rozbor stanice 200

Stanice 200 je stanicí, kde se kompletuje hlavní rám postranice vnitřní. Podle výkresové dokumentace se tento rám skládá z následujících dílů: výztuha A sloupku, B sloupek, díl prahu spojovací a výztuha postranice vnitřní. Mezi díly je celkem 45 svařovacích bodů a dva typy lepidel. Podle lemů dílu sestavy se určí pořadí zakládání dílů do stanice. Pořadí zakládání dílů je na obrázku (obr. 20) naznačeno číslicemi v kroužku.



Obrázek 20 - Rozpad sestavy

V prvním kroku je potřeba prověřit kapacitu stanice a funkčnost stanice. Kapacita stanice se nejprve prověří v hrubém časovém diagramu. Hrubém proto, protože jde o předběžný diagram, který nezohledňuje budoucí simulaci ani konstrukci. Ale musí se prověřit, jestli je časově možné požadované díly ve stanici svařit a nalepit. Do diagramu (příloha A) se запиše každá operace, která se na stanici provádí. Zjednodušený diagram je uveden v následujících tabulkách (tab. 4, 5).

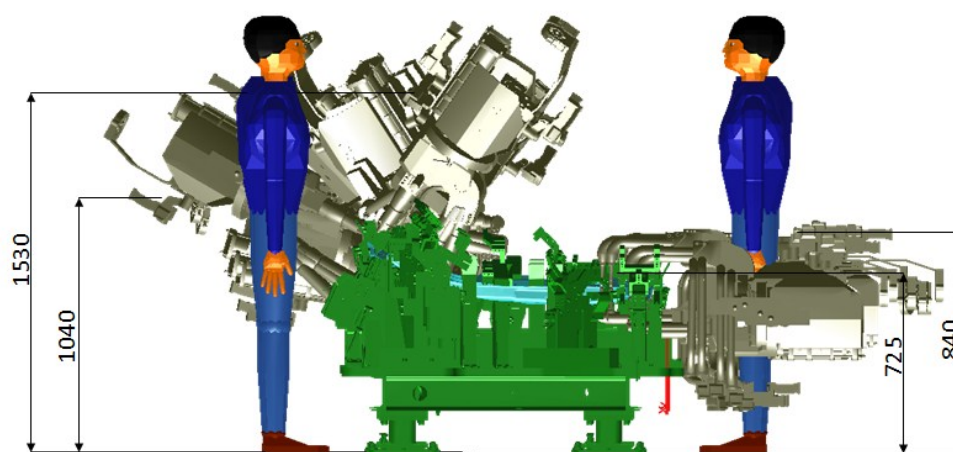
Tabulka 4 Takt prvního dělníka

Dělník 1		
Operace	Popis operace	Takt [s]
1	Vzít středně velký díl B Sloupek z palety a založit do stanice	11,5
2	Uchopit lepicí pistoli a nanést 360mm lepidla typ 1	15,2
3	Vzít velký díl Výztuha postranice vnitřní a založit do stanice	14,1
4	Vzít a založit malý díl Protihluková přepážka 1	4,6
5	Uzavření stanice tlačítkem	5,5
6	Uchopení svařovacích kleští a svařování 23 bodů	122
7	Otevření stanice tlačítkem	6
8	Odebrání dílu ze stanice a založení do následující stanice	14,4
Celkový čas		193,3

Tabulka 5 Takt druhého dělníka

Dělník 2		
Operace	Popis operace	Takt [s]
1	Vzít a založit malý díl Protihluková přepážka 2	4,6
2	Vzít středně velký díl A Sloupek z palety a založit do stanice	11,5
3	Uchopit lepicí pistoli a nanést 230mm lepidla typ 2	13
4	Vzít velký díl Prahu spojovací a založit do stanice	14,1
5	Uzavření stanice tlačítkem	5,5
6	Uchopení svařovacích kleští a svařování 22 bodů	117
7	Otevření stanice tlačítkem	6
8	Odebrání dílu ze stanice a založení do následující stanice	14,4
Celkový čas		186,1

Z časového diagramu plyne, že oba dělníci stihnou v taktu 236 sekund všechny operace ve stanici. Nyní se prověří funkčnost stanice v simulaci a konstrukci. V simulaci je nutné vybrat takové svařovací kleště, kterými jsou svařovací body dostupné. Při výběru vhodných kleští je důležité dbát i na ergonomii svařování. Dělník musí body svařovat v ergonomické poloze jak je vidět na obrázku (obr. 20).



Obrázek 21 - Ergonomie svařování ve ST200

V simulaci bylo zjištěno, že je možné stanici svařit dvěma typy svařovacích kleští. Každý dělník bude svařovat na své straně jedním typem svařovacích kleští. Nyní simulace na základě podkladů od zadavatele zakázky a zkušeností vybere geometrické body, které je nutné ve stanici svařit, aby byly díly ve stanici svařeny v rozměrové toleranci. Při výběru geometrických bodů se vychází ze zkušeností z předchozích projektů.

Následuje předání modelu kleští do konstrukce, která se musí při konstruování stanice svařovacím kleštím vyhnout a zároveň upínat a centrovat díly na místech, které jsou určeny ve výkresové dokumentaci sestavy dílu. Tyto centrovací a upínací místa je nutné dodržovat, protože jinak není možno zaručit, že díl bude svařen v předepsané rozměrové toleranci.

Po prověření stanice v simulaci a její následné konstrukci se nadále časové diagramy zpřesňují až do jejich finální podoby (příloha B). Tento postup jsem opakoval u všech dalších sestav dílů a podskupin. A tím jsem došel k závěru, že pro výrobu postranice vnější levé je zapotřebí 17 stanic a 18 dělníků. Pravá strana je z pohledu počtu stanic a dělníků symetrická.

V tabulce (tab. 6) je shrnutí finálních taktů všech stanic na lince postranice vnitřní.

Tabulka 6 - Takty stanic linky postranice vnitřní a jejich využití

Stanice	Počet dělníků	Takt stanice [s]	Využití stanice [%]
150+160	1	147	62
100	1	201	85
120	1	156	66
110	1	120	51
140	1	156	66
130	1	200	85
010	1	157	67
020	1	210	89
030+035	1	225	95
040	1	125	53
050	1	215	91
060	1	220	93
200	2	221	94
210	2	206	87
220	2	210	89

4.2 Vlastní návrh linek

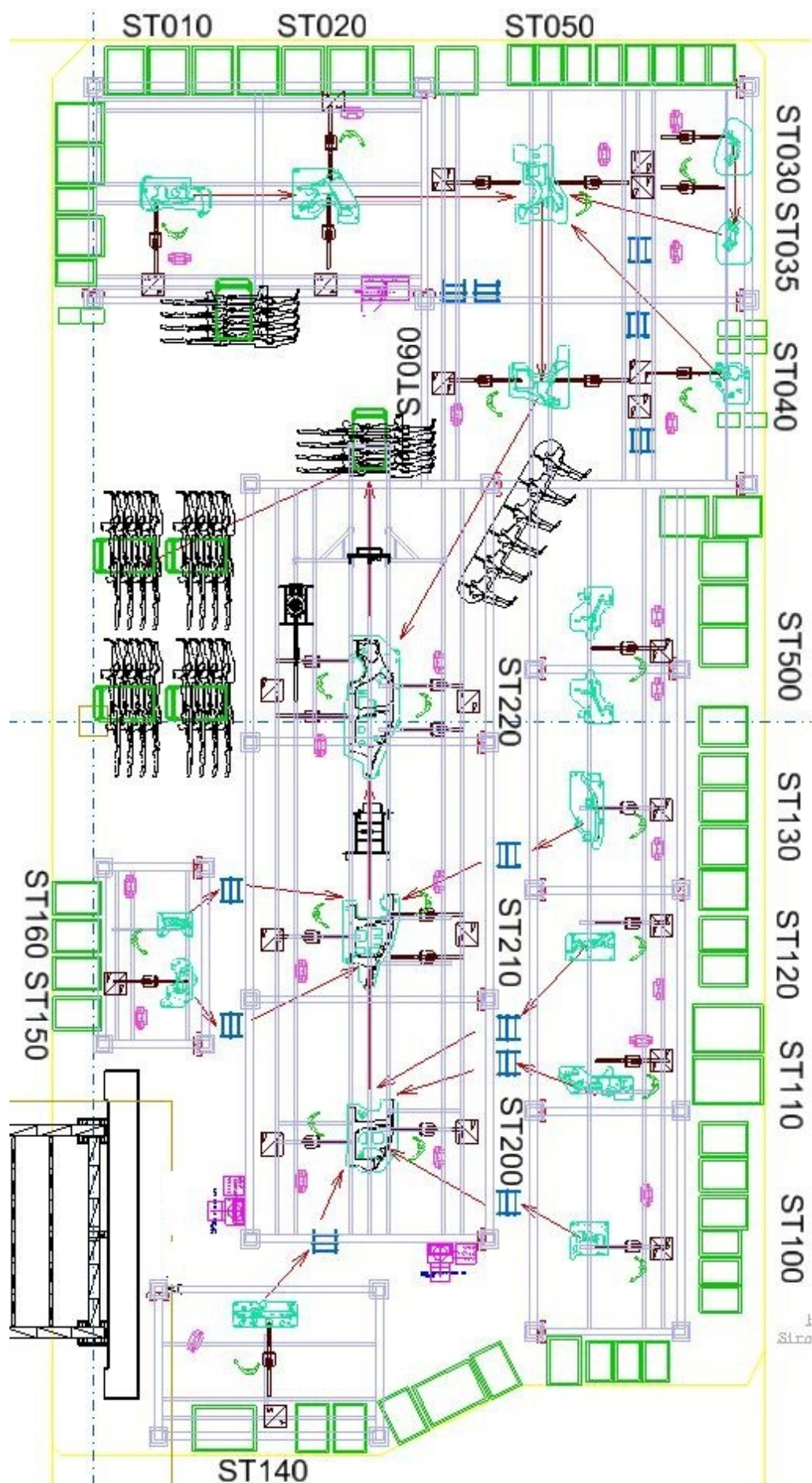
Tato kapitola se bude zabývat vlastním návrhem linek s přihlédnutím ke skutečnostem popsáných v předchozí kapitole.

4.2.1 Postranice vnitřní

Při návrhu nové linky je důležité zachování rozpadu dílu postranice vnitřní a naplánování v jakých stanicích se budou realizovat předepsané technologie (lepení a navařování čepů). Je nutné vycházet z dané plochy v hale. Při rozestavování stanic se musí kolem stanic zachovat dostatečný prostor pro svařování, manipulaci s materiálem a navážení palet s novými výlisky dílů. Tento prostor se ověřuje na tzv. 3P Workshopech (Production Preparation Process) se zadavatelem zakázky přímo v závodě. Zde se podle layoutu nasimuluje rozestavení stanic a palet.

V lince postranic se nejprve svaří všechny podskupiny a následně se založí na gravitační dopravník nebo závěsné odkladače. Ty budou sloužit jako zásoba dílů. V případě poruchy na některém z pracovišť podskupin bude moci hlavní linka stále vyrábět až do doby vyčerpání těchto dílů. Toto řešení umožní poskytnout více času, jak případné opravy, tak i při vzniku nenadálé situace. Přenášení všech dílů podskupin bude ruční z důvodu jejich nízké hmotnosti. V hlavní lince mezi první a druhou stanicí bude svařený díl také přenášen ručně, ale od druhé stanice už bude transport dílu pomocí manipulátoru. Na konci linky bude díl pomocí dvou manipulátorů otočen a založen do palety.

V lince jsou použity technologie lepení a navařování čepů, ty budou ruční.



Obrázek 22 - Linka postranice vnitřní levá (pravá symetrická)

4.2.2 Postranice vnější

Ze zkušeností z minulého projektu byly pro linku postranice vnější navrženy dva koncepty. První koncept počítal s linkou čistě manuální a druhý koncept s automatizací hlavní linky. Důvod tohoto rozhodnutí je ten, že postranice vnější je pohledový díl a při manuálním svařování dochází u tohoto dílu k poškrábání a problémům s kvalitou. Dále je v zadní části auta problém s dostupností bodů a ergonomií svařování.

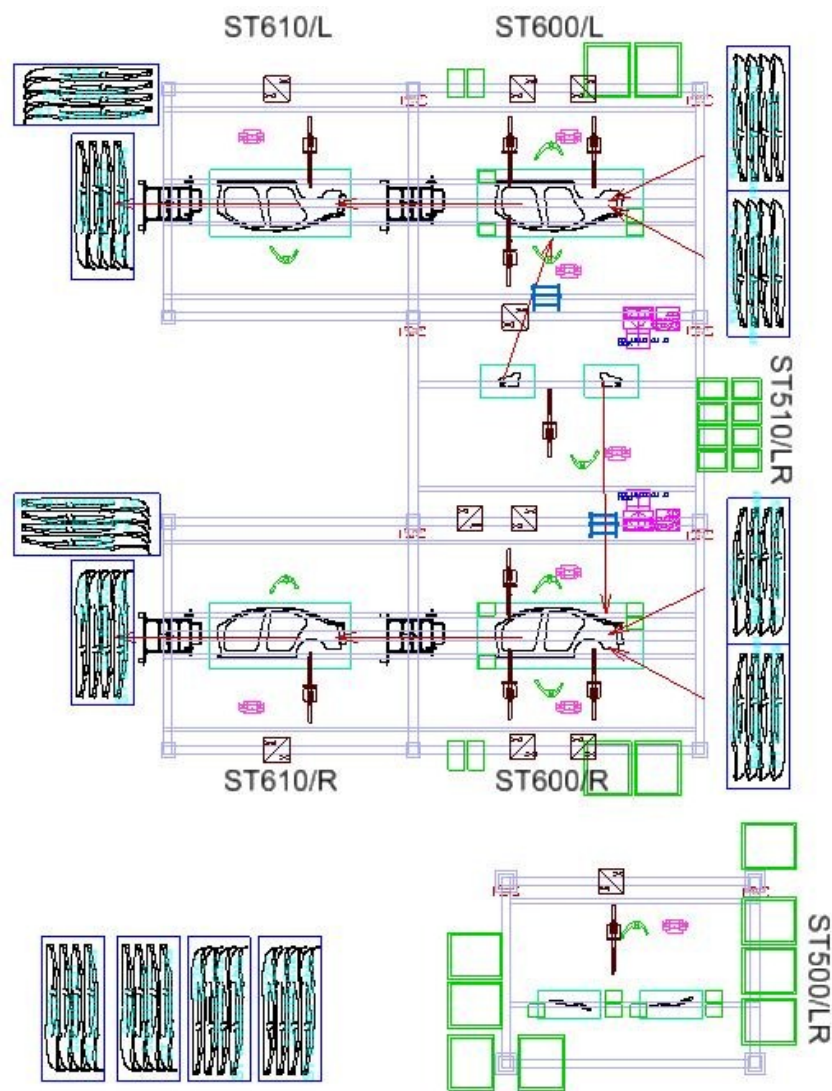
4.2.3 Postranice vnější – Koncept 1

První koncept linky postranice vnější byl navržen podle požadavku zadavatele zakázky. Počítá s dvěma hlavními přípravky a s díly svařovanými manuálně. V prvním přípravku (ST600) se budou zakládat všechny díly postranice vnější a svařovat geobody. Druhý přípravek (ST610) bude sloužit jako dovážka. Do prvního přípravku vstupuje díl postranice z laseru a k němu se doloží ostatní díly. Transport dílu mezi přípravky a na konci linky do palety, bude pomocí manipulátorů. Součástí linky postranic jsou dvě podskupiny a to podskupina díl upevňovací zadní (ST510) a těsnícího kanálu (ST500).

Linku postranice vnější obsluhuje celkem 8 dělníků (obr.23).

Tabulka 7 - Takt stanic linky postranice vnější a jejich využití - Koncept 1

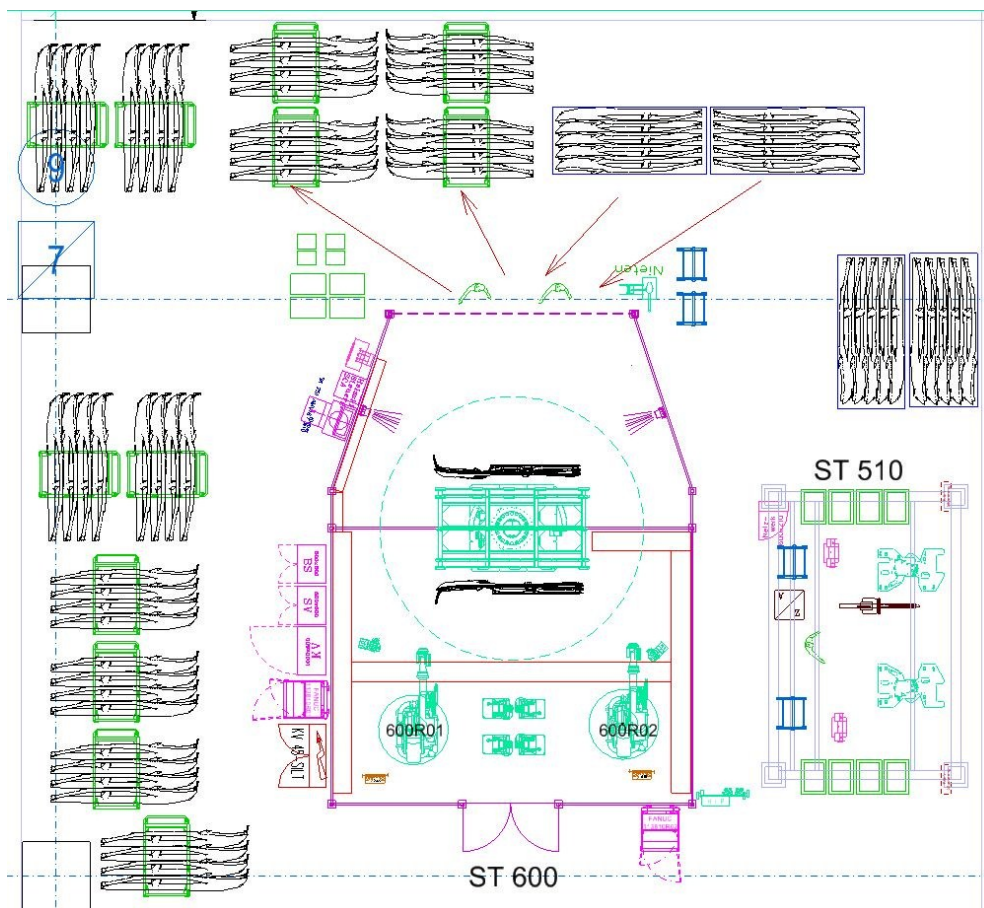
Stanice	Počet dělníků	Takt stanice [s]	Využití stanice [%]
600	2/2	215	91
610	1/1	190	81
500	1	199	84
510	1	156	66



Obrázek 23 – Layout linky postranice vnější manuální

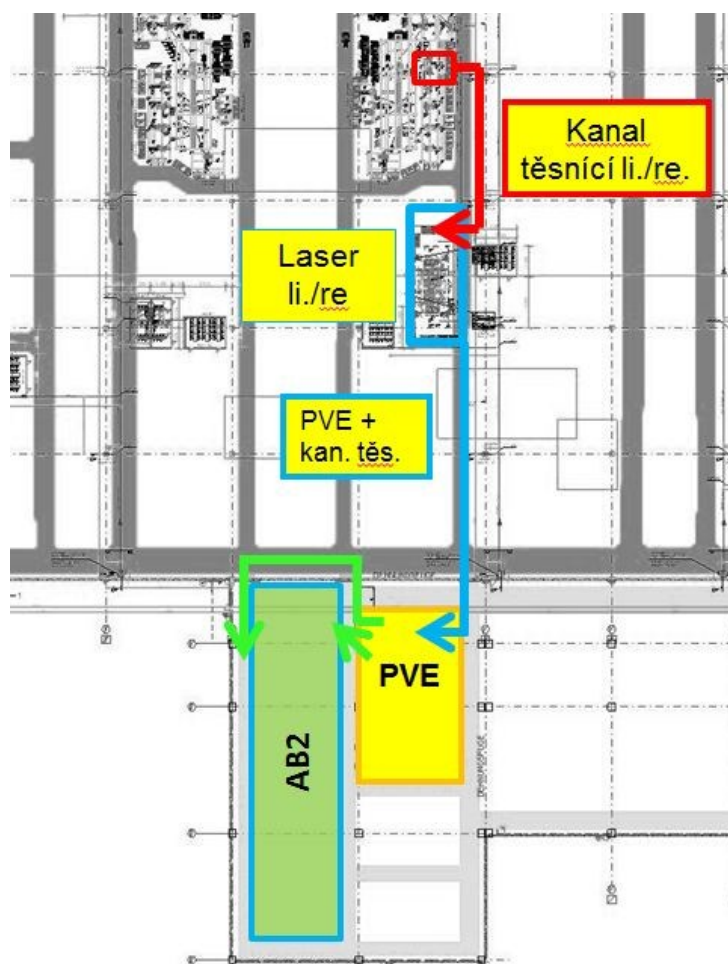
4.2.3 Postranice vnější – Koncept 2

Druhý koncept počítá s automatizací hlavní linky a zachováním dvou geopřípravků podskupin. Díl postranice se po dovezení z laseru založí na otočný stůl a doloží se k němu zbylé díly. Následně se díl otočí k robotům a ti svaří na dílu všechny body. Každý robot bude mít dvoje kleště, které si v průběhu svařování bude měnit. Po svaření bodů se díl otočí zpět k dělníkům a ti díl založí do palety. Na otočném stole jsou dva přípravky a to pro levou stranu postranice a pro pravou. V konceptu odpadla manipulace pomocí manipulátorů. Zadavatel zakázky nám tento postup zakládání svařeného dílu do palety schválil.



Obrázek 24 – Layout linky postranice vnější robotizovaná

Podskupina dílu upevňovacího zadního (ST510) se posunula blíže k hlavní lince. Druhá podskupina těsnícího kanálu (ST500) byla přesunuta do linky postranice vnitřní. Hlavním důvodem je to, že díl se po svaření transportuje do laserové kabinky. Linka postranice vnitřní je svoji polohou této kabině blíže. Na obrázku (obr. 25) je znázorněn nový logistický koncept.



Obrázek 25 - Nový logistický koncept postranice vnější

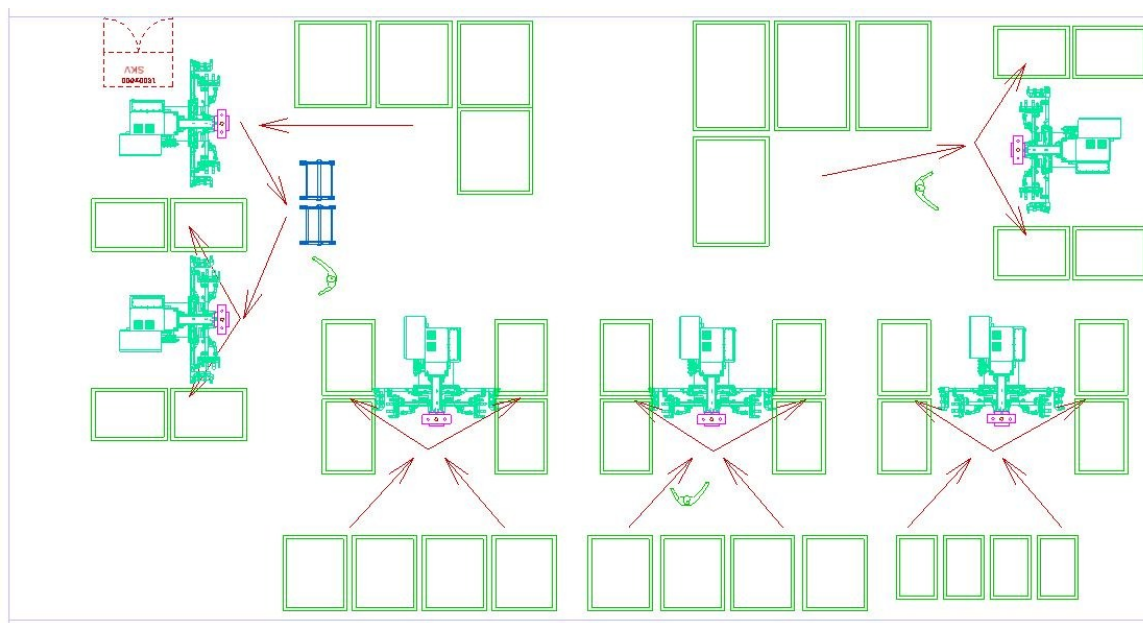
Koncept automatizace hlavní linky bylo nutné detailně prověřit v časovém diagramu. V jednom taktu se musí svařit levá i pravá postranice a to z toho důvodu, že jsou obě na jednom otočném stole. Musíme zaručit, že roboti mohou svařit všechny body na obou dílech a to je úkol hlavně pro konstrukci. Musí se vykonstruovat takový přípravek, kde budou všechny body dostupné.

Tabulka 8 - Takt stanic linky postranice vnější a jejich využití - Koncept 2

Stanice	Počet dělníků	Takt stanice [s]	Využití stanice [%]
600	2	230	97
510	1	156	66
500	1	199	84

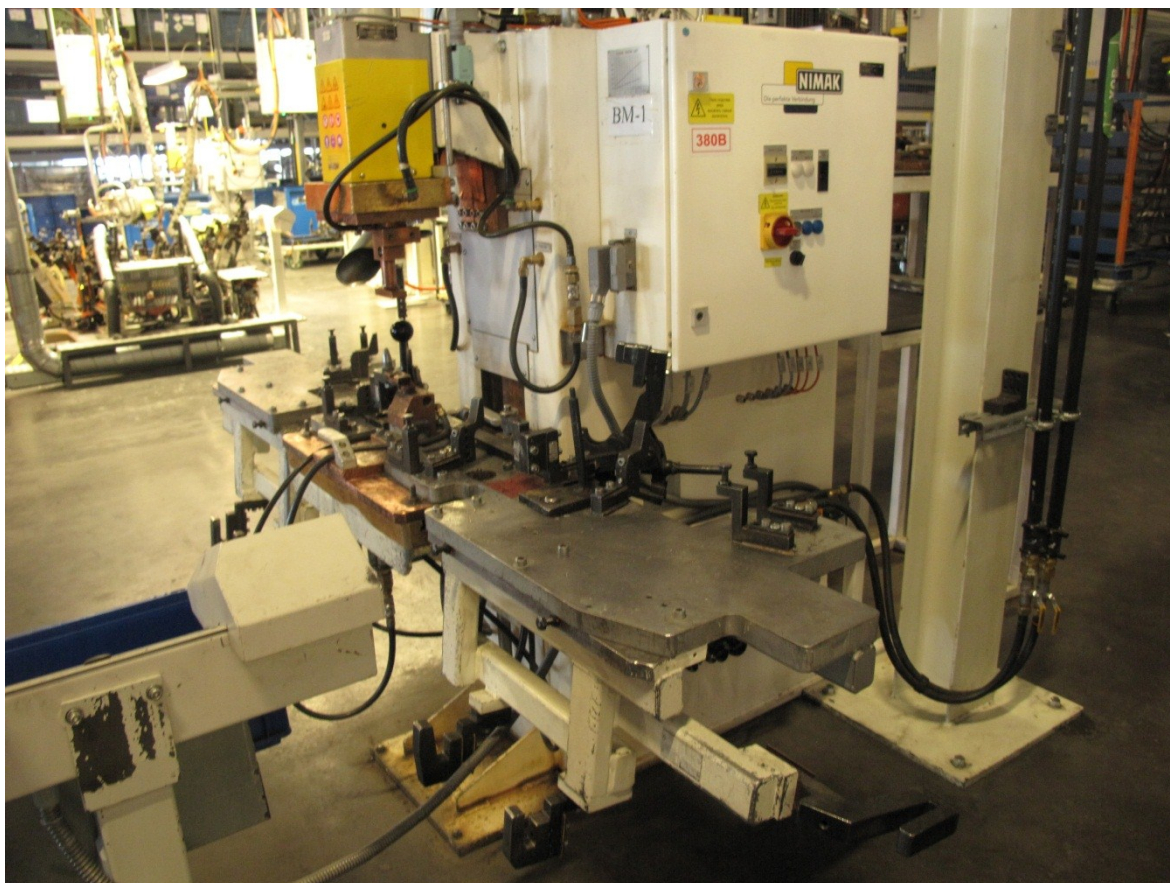
4.2.4 Centrum navařování matic

Pracoviště navařování matic, počítá na základě časových diagramů se třemi dělníky a šesti stroji pro navařování matic. Každý stroj bude navařovat jeden typ matice. Dělníci budou zakládat díly a následně přes potvrzovací tlačítko odstartují proces navaření matice.



Obrázek 26 - Layout pracoviště pro navařování matic

Díly se po navaření matice, založí do speciálních palet vybavených kolečky s možností zapřáhnutí více palet za sebe. Ty se pak transportují k příslušným stanicím do linky postranice vnitřní.



Obrázek 27 - Stroj pro navaření matic od firmy Nimak

Po hrubém návrhu linek následuje rozestavení přípravků v 3D prostoru a detailní plánování. K tomu slouží program Process Designer. Zde se ověří funkčnost linek z hlediska prostorového uspořádání. Dále se pro každou stanici udělají návodky, které díly se ve stanici svařují a jaké svařovací body. V neposlední řadě se pro každého dělníka udělají detailní MTM analýzy (příloha C), které jsou součástí programu Process Designer.

5. Zhodnocení návrhů konceptů a přínosu práce

5.1 Postranice vnitřní

U vypracování návrhu linky postranice vnitřní došlo oproti konceptu od zadavatele zakázky k největší změně u hlavních linek. Byla přidána jedna hlavní geostanice a tím došlo k optimálnějšímu rozložení časů na stanici. Také se vytvořil větší prostor na případné dovařovací body, které nelze v předchozí stanici z hlediska konstrukce a dostupnosti svařit.

Přidáním gravitačního dopravníku a závěsných odkladačů vznikla uvnitř linky zásoba dílů. Tím se oddělila závislost hlavní linky na linkách podskupin. Linka byla rozestavěna tak, aby každé pracoviště mělo dostatek místa na svařování a logistického místa na zavážení palet výlisků.

5.2 Postranice vnější

U postranice vnější byly navrženy dva koncepty. První byl podle požadavku zadavatele koncept manuálních pracovišť. Cílem druhého konceptu byla snaha o robotizování svařování v hlavní lince, aby se předešlo problémům s kvalitou svaru. Druhý koncept byl zadavatelem zakázky schválen a vybrán k realizaci.

Robotizováním pracoviště se podařilo snížit počet dělníků o čtyři. Přitom kvalita svárů bude o mnoho vyšší. Nebude tak docházet k problémům s kvalitou. Finanční srovnání mezi prvním a druhým konceptem si firma nepřála zveřejnit. Stejně tak není možné vypočítat návratnost vložených investic z důvodu utajení těchto dat.

6. Seznam použité literatury

- [1] ŠIMEK, J. *Technologické projektování*, Brno: Vysoké učení technické, 1992, 103 s. ISBN 80-214-0434-5
- [2] NOVÁK, J. *Organizace a řízení*, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006, 105 s. ISBN 80-248-1223-1 5
- [3] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1
- [4] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systému: Technologické projekty I*. 3.vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6
- [5] JUROVÁ, M. *Řízení výroby*, Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické, 2001, 205s. ISBN 80-214-2031-6
- [6] *Finanční noviny* [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: http://www.financninoviny.cz/zpravy/prodej-novych-aut-v-eu-loni-klesl-o-1-7-procenta/741892&id_seznam=1603
- [7] *Siemens* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/tecnomatix/
- [8] *Process Simulate – Basic*, Siemens, 2010. 53s.
- [9] *Process Designer – Basic*, Siemens, 2007. 81s.
- [10] *Centrum průmyslového inženýrství s.r.o.* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: http://www.centrumpi.eu/slovník_view.aspx?id_s=40
- [11] *Wikipedie* [online]. [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Microstation>
- [12] *Finance.cz* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/376650-prodej-aut-v-rusku-loni-vzrostl-o-desetinu-na-novy-rekord/>
- [13] Interní podklady společnosti

7. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Kapacita na období [3].....	13
Obrázek 2 – Layout v programu Microstation V8 XM [13].....	18
Obrázek 3 – Programový systém pro programování výrobních systémů [9]	19
Obrázek 4 – Prostředí v Tecnomatix Process Designer [13]	20
Obrázek 5 - Sídlo TMS CZECH [13]	21
Obrázek 6 - Struktura výkonu TMS CZECH [13].....	22
Obrázek 7 - Současný stav výroby modelu Typ 1 levá (pravá symetrická)	23
Obrázek 8 - Ruční svařovací stanice.....	24
Obrázek 9 - Výrobní čas v závodu.....	26
Obrázek 10 - Termínový plán projektu.....	26
Obrázek 11 - Karoserie TYP 2 - 1) postranice vnější, 2) postranice vnitřní, 3) podlaha, 4) příčníky střechy.....	27
Obrázek 12 - Umístění linek postranic v závodu.....	28
Obrázek 13 - Postranice vnitřní	28
Obrázek 14 - Logistický koncept postranice vnitřní.....	29
Obrázek 15 – Rozpad dílu postranice vnitřní	30
Obrázek 16 – Rozpad dílu postranice vnější	30
Obrázek 17 - Díly svařované laserem.....	31
Obrázek 18 – Tok postranice vnější	31
Obrázek 19 - Logistický koncept postranice vnější.....	32
Obrázek 20 - Rozpad sestavy.....	34
Obrázek 21 - Ergonomie svařování ve ST200.....	35
Obrázek 22 - Linka postranice vnitřní levá (pravá symetrická)	38
Obrázek 23 – Layout linky postranice vnější manuální	40
Obrázek 24 – Layout linky postranice vnější robotizovaná	41
Obrázek 25 - Nový logistický koncept postranice vnější	42
Obrázek 26 - Layout pracoviště pro navařování matic.....	43
Obrázek 27 - Stroj pro navaření matic od firmy Nimak	44

8. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rozdělení výrobních linek.....	10
Tabulka 2 - Mateřské společnosti TMS CZECH.....	21
Tabulka 3 - Výkon celého systému.....	25
Tabulka 4 Takt prvního dělníka.....	34
Tabulka 5 Takt druhého dělníka	35
Tabulka 6 - Takty stanic linky postranice vnitřní a jejich využití	36
Tabulka 7 - Takt stanic linky postranice vnější a jejich využití - Koncept 1	39
Tabulka 8 - Takt stanic linky postranice vnější a jejich využití - Koncept 2	42

9. Seznam příloh

Příloha A	Hrubý časový diagram stanice 200
Příloha B	Finální časový diagram stanice 200
Příloha C	MTM analýza stanice 200

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat firmě, TMS CZECH spol. s.r.o. za to, že mi umožnila vypracovat bakalářskou práci.

Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D za odborné rady a pomoc při zpracování bakalářské práce.